

# DINOSAURUKSET MEDIASSA



2014

LAMK Muotoiluinstituutti  
Viestintä, multimediatuotanto  
Emmiina Jokinen MUL10



DINOSAURUKSET MEDIASSA

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kulttuuriala

Viestinnän koulutusohjelma

Multimediatuotannon pääaine

Opinnäytetyö AMK

Syksy 2014

27 sivua

Emmiina Jokinen



## Tiivistelmä

Tapa, millä dinosaurukset kuvataan mediassa on jäänyt jälkeen eikä vastaa enää nykytietämystä. Työssäni analysoin tätä totuuden ja mediakuvan välistä ristiriitaa ja lopuksi toteutan nykytietämukseen ja faktoihin pohjautuvan hahmon, jonka sitten mallinnan ja animoin Cinema 4D-ohjelmalla.

Lopputulokset onnistuivat tyydyttävästi. Cineman omalla sulka-generaattorilla tuotetut sulat erottuvat turhan hyvin tekstuureilla toteutetusta, tasaisesta peitteestä, mutta hahmon käyttäytyminen on kohdillaan.

## Abstract

The way dinosaurs are portrayed in media these days is way behind modern knowledge. In my work I'm going to analyze this dissonance between currently known facts and the image seen in media. I'm also going to build a character based on modern knowledge and facts, which I will then model and animate with Cinema 4D.

The end result was satisfying. The big feathers produced by Cinema's own feather generator contrast a little too much with the covering produced with textures, but the character acts as it should.

### DINOSAURUKSET MEDIASSA

#### LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kulttuuriala

Viestinnän koulutusohjelma

Multimediatuotannon pääaine

Opinnäytetyö AMK

Syyskuu 2014

27 sivua

Emmiina Jokinen



# Sisällys

1 Johdanto	1
1.1 Huomautus lajinimistä, ja niiden kirjoitusasusta	1
2 Dinosaurusten ongelma	2
2.1.1 Liskot pörröttyvät	2
2.1.2 Suomut istuvat tiukassa	3
2.1.3 Älykkyydestä	3
2.2 Mikä on dinosaurus?	4
2.3 Dinosaurukset mediassa	4
2.3.1 Jurassic Park ja aktiivisuuspäivitys	4
2.3.2 Superlatiivejä ja ajoitusvirheitä lapsille	5
2.4 Kysely	7
2.4.1 Yleisön suosikit	7
2.4.2 Kysyntää realismille	7
2.4.3 Liiottelua ja lässyttämistä	8
3 Hahmosuunnittelusta	10
3.1 Lajivalinta	10
3.2 <i>Troodon</i>	10
3.3 <i>Einiosaurus</i>	11
4 3D työskentelyprosessi	14
4.1 Mallinnus	14
4.2 Sulkapeite	15
4.3 UV-mappaus	16
4.4 Tekstuurit	16
4.5 Rigaus	19
4.5.1 Ohjaimet	19
4.5.2 Kiukuttelevat jalat	20
4.5.3 Lopullinen ja "lopullinen" jalkarigi	21
4.5.4 Valaistusta välissä...	21
4.5.5 Ja jalat rikki, taas	21
5 Animointi	22
5.1 Rigi iskee jälleen; jälkiviisautta ja ohjelman oikkuja	22
5.2 Animaatio	22
5.3 Pallo	23
5.4 Nulliongelmia	24
6 Jälkisäätö	24
7 Loppupohdintaa	25



# 1 JOHDANTO

Dinosaurukset ovat aina olleet sydäntäni lähellä. Olen jo hiekkalaatikkoikäisenä ollut täysin muinaisotusten pauloissa eikä rakkaus ole haihtunut vaikka vuosia on tullut elettyä aika paljon sen jälkeen. Päin vastoin, seurailen aktiivisesti paleontologian uusia saavutuksia ja kiinnostus sauruksia kohtaan sen kuin kasvaa.

Paitsi omassa sydämessäni, dinosauruksilla on vahva jalansija myös mediassa, aina animaation alkua ajoista alkaen. Niillä on pitkä historia elokuvahirviöinä, mutta tämä ansaittu maine on käymässä vanhaksi. Viime aikoina paleontologia ja dinosaurustieto ovat kehittyneet valtavasti, viimeisten kahden vuosikymmenen aikana on tehty enemmän löytöjä kuin koko paleontologian aikaisemman, parisataavuotisen historian aikana ja käsitys näistä eläimistä on muuttunut paljon sen seurauksena.

Ihmisten mielikuvat dinosauruksista ovat edelleenkin jumissa menneisyydessä, mikä heijastelee median kuvaan dinosauruksista. Jopa jotkut dokumentitkin kärsivät saurusten hirviöistämisestä. Selkeimmin tämä näkyy petodinosauruksissa eli teropodeissa, joilla fossiililöytöjen perusteella pitäisi olla höyhenpeite. Tieteellisistä todisteista huolimatta höyheniä harvemmin näkee, koska nostalgia suomunahkaisia hirviöitä kohtaan ajaa faktojen edelle. Niiden maine hirviöinä on edelleen totuutta vahvempi.

Tällä opinnäytetyölläni aion tutkailla tätä ristiriitaa, ja yritän mallintaa aidommin faktoihin pohjautuvan "raptori"-hahmon, pohjaten hahmoni kuuluisamman *Velociraptorin* sijaan tämän sukulaislajiin *Troodon formosukseen*, muistuttaen, että jopa dinosaurukset olivat aikoinaan ihan oikeita, eläviä eläimiä.

## 1.1 Huomautus lajinimistä, ja niiden kirjoitusasusta

Tieteelliset nimet kirjoitetaan virallisesti aina tietyllä tavalla tyyllitelmällä. Ensimmäinen osa, suvun nimi kirjoitetaan aina isolla alkukirjaimella, ja jälkimmäinen osa, lajin nimi kokonaan pienellä. Molemmat osat kursivoidaan. Täten esimerkiksi tyrannosaurus kirjoitetaan *Tyrannosaurus rex*, ja se tulee lyhentää *T. rex*. Koska dinosauruksilla ei ole kansankielisiä nimiä, käytän virallista tyyllitellyä puhuessani tietyistä dinosauruslajeista. Monissa tapauksissa pelkkä suvun nimi riittää tunnistamiseen.



## 2 DINOSAURUSTEN ONGELMA

Paleontologiaa eli muinaisten eläinten ja kasvien tutkimusta voisi vertauskuvallisesti kuvata samanlaisiksi prosessiksi, kuin miljoonan palan palapelin kokoamista niin että suurin osa paloista on tuhotu ja loput hukassa. Paleontologian tutkimuskohteita kun ei lähikohtaisesti ole enää olemassa, niistä on vain hajanaisia jäänteitä, joita löydetään vain hyvällä tuurilla. Dinosaurukset itsessään eivät ole muuttuneet mitenkään, mutta käsityksemme niistä on uudistunut lähes täysin viimeisten vuosikymmenten aikana. Näin ollen ei ole mikään ihmeäkään, että yleinen kuva dinosauruksista on jäljessä nykytietämystä.



Kuva 1: Megalosaurus, ensimmäinen dinosaurus sellaisena, kuin sen löytäjät uskoivat sen olleen. Nykyään se tiedetään kaksijalkaiseksi teropodiksi, jolla oli sirot, kolmisormiset eturaajat.

Jurassic Park teki aikoinaan merkittävää työtä dinosauruskuvan päivittämisessä yleisölle. Ennen hitaina, tyhminä jätteinä nähdyt eläimet muuttuivat aktiivisiksi ja älykkäiksi pedoiksi. Steven Spielberg halusi nimen omaan, että hänen dinosauruksensa tuntuisivat oikeilta eläimiltä (Spielberg 1995). Elokuvaa olikin tekemässä mukana paleontologeja, kuten tunnettu Jack Horner, jonka läsnäolo kulissien takana toi mukanaan lintumaista käyttäytymistä elokuvan “velociraptoreihin”. Jurassic Parkin making of-dokumentissa

hän mainitsee sättineensä elokuvan stop motion animaticia. Animaticissa keittiökohtauksessa animaattorit olivat animoineet raptorit lipomaan kieltään kuin liskot, mutta Hornerin vaatimuksesta tämä hylättiin (Horner 1995). Pienillä yksityiskohdilla on väliä.

### 2.1.1 Liskot pörröttävät

Jurassic Parkin jälkeen tietämys on mennyt vauhdilla eteenpäin. Nykyään tiedetään, että niinkutsutut raptorit olivat höyhenpeitteisiä. Eri asteisia höyheniä on löytynyt ja löytyy levinneenä yhä aina vain laajemmalle dinosaurusten sukupuussa. Varsin hyvän katsauksen höyhenten kehityshistoriaan ja esiintymiseen saa kirjasta *A Field Guide to Mesozoic Birds and other Winged Dinosaurs*, joka käsittelee laajasti sulkien ja niiden omistajien kehitystä (Martyiniuk 2012), vaikka siitä puuttuvatkin jotkin uusimmista löydöistä. Nykyään onkin perusteltua olettaa kaikkien, tai ainakin valtaosan teropodeista (engl. *theropod*, kaksijalkaiset, yleensä lihaa syövät dinosaurukset, joihin lukeutuvat muun muassa tyrannosaurit, raptorit sekä linnut) olleen oletusarvoisesti höyhenpeitteisiä.

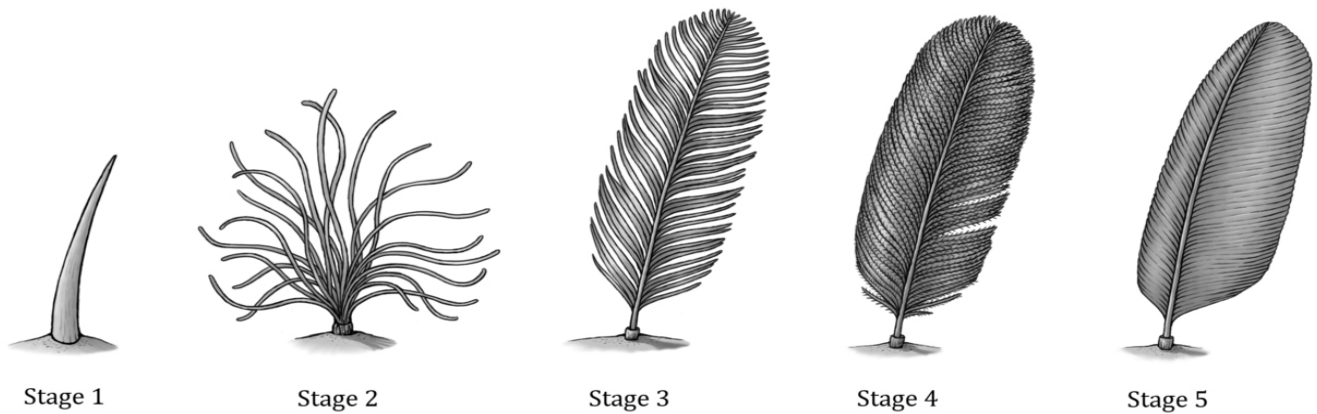
Vaikuttaa myös, että tämän kaltaiset ruumiinpeitteet ovat olleetkin paljon oletettua laajemmalle levinneitä. Dinosaurusten serkuilla pterosaureilla eli lentoliskoilla tiedetään olleen turkkia muistuttava ruumiinpeite, kuten lentoliskoasiantuntija Mark P. Witton esittää kirjassaan *Pterosaurs* (Witton 2013). Englanninkielinen termi pterosauripörrölle on pycnofiber, mutta sille ei tietäkseni ole suomenkielistä vastinetta.

Myös dinosaurusten toisestakin sukuhaarasta on löytynyt merkkejä harjaksista ja turkin kaltaisesta peitteestä, joka todennäköisesti on sukua höyhenille. Tätä opinnäytetyötä kirjoittaessani julkaistiin nimen *Kulindadromeus zabaikalicus* saanut dinosaurus, jonka fossiilissa oli selkeästi näkyvissä useita eri asteisia harjaksia, ja jonka jaloista löytyi kovasti alkeellisia höyheniä muistuttavia rakenteita. Merkittävän *Kulindadromeuksesta* tekee sen sijoitus dinosaurusten sukupuussa. Se on täysin vastakkaisesta haarasta kuin mistä näin pitkälle kehittyneitä höyheniä aiemmin tunnettiin. Tämä viittaisi



Kuva 2: Kulindadromeus. (Atuchin 2014)





Kuva 3: Sulkien kehitys asteittain tiedekuvittaja Emily Willoughbyn esittämänä.

siihen, että dinosaurusten -tai mahdollisesti jopa niiden ja pterosaurien- yhteinen esi-isä on hyvinkin saattanut olla ainakin osittain pörröinen.

Joitain pieniä, sulallisia hirmuliskoja on löytynyt niin hyvin fossiloituneina, että muutamasta lajista pystytään fossiileissa säilyneiden pigmenttisulujen muodosta jopa määrittämään minkä värisiä ne ovat olleet! (Sloan 2010)

Toisaalta joistain hirmuliskoista tunnetaan ihopainaumafossiileja, joista näkyy selkeitä suomukuvioita. Esimerkiksi panssariliskot ja sorsaliskot ovat olleet ainakin osittain suomuisia ja kokonsa puolesta on todennäköistä olettaa että sauropodit, eli niin kutsutut pitkäkaulat eivät myöskään ole olleet erityisen pörröisiä, ainakaan aikuistuttuaan. Tämä ei silti aina sulje pois höyhenten tai vastaavien mahdollisuutta, löytyyhän nykypäivän linnuiltakin sekä höyheniä että suomuja, ja joillain linnuilla ihan paljasta nahkaakin. Sulat myös fossiloituvat huonosti, joten niiden jälkien löytäminen on onnenkantamoisesta kiinni.

## 2.1.2 Suomut istuvat tiukassa

Teoria dinosaurusten ja lintujen välisestä linkistä esitettiin ensi kerran jo 1860-luvulla kun liskolintu *Archaeopteryx* löydettiin, kuten Darren Naish kertoo kirjassaan Kiehtovimmat dinosaurukset (Naish 2010, 34-35). Silti sulkien varsinainen levinneisyys tietona on yhä verrattain uutta, ja tämä näkyy edelleen mediassa. Joitain uudempia dokumentteja lukuun ottamatta sulat loistavat poissaolollaan elokuvissa ja peleissä. Hyvä esimerkki on viime talvena ilmestynyt Matkalla dinosaurusten kanssa 3D -elokuva. Elokuvan antagonistina on *Gorgosaurus*, joka lukeutuu tyrannosaureihin. Vaikka jo tiedettiin että monet teropodit olivat höyhenpeitteisiä, päättivät elokuvan tekijät edetä hahmon kanssa maltillisesti ja jättää sulat pois sillä perusteella, ettei niistä ole todisteita niin isolle eläimellä. Mark Witton, yksi elokuvan paleoneuvonantajista harmitteli myöhemmin blogissaan tätä päätöstä (Witton 2013). Ja syystäkin; blogissaan hän kertoo, kuinka vuosi hahmon valmistuksen jälkeen (2012) julkaistiin *Yutyranus huali*, arviolta noin puolitoista tonnia painanut tyrannosauri, jonka käsivarren luissa oli selkeitä nypyjä, jotka pystyttiin tunnistamaan sulkien kiinnityskohdiksi. Samanlaiset nypyt löytyvät lintujenkin käsivarren luista (Switek 2012). Näin selkeä todistusaineisto suuren, höyhenpeitteisen eläimen puolesta tuli elokuvan kannalta liian myöhään.

## 2.1.3 Älykkyydestä

Toinen mielestäni huomion arvoinen seikka joka kaipaa nykyaikaistusta on hirmuliskojen älykkyys. Dinosaurukset on kautta aikojen nähty varsin tyhminä, lähinnä vaistojen varassa eläeinä liskoina. Dinosaurusten pienet aivot ovat legendaarisia ja moni lapsille suunnattu dinosauruskirja muistaa mainita, kuinka bussin kokoisella *Stegosauruksella* oli saksanpähkinän kokoiset aivot. Yhteen aikaan oli jopa yleinen myytti, ettei niin pienillä aivoilla pystyisi mitenkään toimimaan ja *Stegosauruksen* lantion luun sisällä ollut kammio tulkittiin toiseksi aivoiksi, koska niin iso eläin ei mukamas mitenkään tulisi toimeen vain yksillä pienillä aivoilla, vaan tarvitsi ahteriinsa toiset ohjailemaan takapäätä. Nykyään tämä tiedetään olevan täyttä huuhaata, kaikilta selkärangkaisilta löytyy vastaava hermokimppu lantiosta, myös ihmisellä. Silti myytti mainittiin niinkin taannoin kuin elokuvassa Pacific Rim (2013), jossa yksi merkittävä juonikuvio keskittyi elokuvan hirviöiden toisiin aivoihin, joiden olemassa olon tiedemiesahmo päätteli vedoten hirmuliskojen "takapään aivoihin".

Geo-lehden huhtikuun 2012 numerossa oli pari artikkelia älykkyydestä ja mielestäni ne tekivät mielenkiintoisen havainnon aivojen rakenteesta. Nisäkkäiden aivoissa älykkyys keskittyy ohueen aivokuoreen, joka on sitä suurempi ja poimuttuneempi mitä älykkäämpi sen omistaja on. Koska tämä aivojen osa on ohut, sen pinta-ala ratkaisee, ja poimujensa ansiosta se viekin ihmisaivojen tilavuudesta jopa puolet. Sen sijaan lintujen aivoista aivokuori puuttuu. Kuitenkin linnuilla tehdyt käyttäytymis- ja pulmanratkaisututkimukset ovat osoittaneet monet linnut hyvinkin älykkäiksi, ne kykenevät ratkaisemaan monimutkaisia ongelmia, käyttämään ja valmistamaan työkaluja ja niillä on jopa abstraktien käsitteiden tajua, vaikka suurimmillakaan linnuilla ei ole luumua isompia aivoja. Varsinkin papukaijat ja varislinnut loistavat älytehtävissä. Lintujen aivot ovat rakentuneet eri tavalla kuin nisäkkäiden aivot. Siinä missä nisäkäkäs pitää aivosolunsa aivokuoreessa, lintujen aivoissa on kauttaaltaan samantyyppisiä neuroneja. Kuoren sijaan ne ovat järjestäytyneet ryppäiksi, ja lisäksi lintujen etuaivoissa on erittäin pieniä, äärimmäisen tiiviisti pakkautuneita hermosoluja. Linnunaiivot ovat siis tiiviimmät ja tehokkaammin pakatut kuin nisäkkäillä (Witte 2012, 28-49). Linnut ovat teropodeja, ja uskon että on syytä olettaa tällaisen ratkaisun ehkä olleen yleisempää myös muiden hirmuliskojen keskuudessa.

Vanhoista käsityksistä dinosauruksista tyhminä, suomuisina liskopetoina on vaikeaa muuttaa, mutta juuri siksi näkyvyys mediassa olisi tärkeää.



Kuva 4: Kuuluu reportasiirrosta Benjamin Waterhouse Hawkinsin keskeneräisen Iguanodonin patsaan sisällä 1853 järjestetystä uuden vuoden juhlasta.

## 2.2 Mikä on dinosaurus?

Sanaa dinosaurus käytetään usein erheellisesti kuvaamaan mitä tahansa muinaista matelijankaltaista eläintä, mutta tämä on virheellinen käsitys.

Dinosauruksiin eivät lukeudu pterosaurit (ns. lentoliskot) jotka ovat tosin dinosaurusten lähimpiä sukulaisia, eivätkä krokotiilieläimet, jotka yhdessä dinosaurusten ja pterosaurien kanssa muodostavat ryhmän nimeltä Archosauria. Myöskään purjeselkäinen *Dimetrodon* ei ole dinosaurus vaan synapsidi, eli niin kutsuttu nisäkäslisko, joka sukulaisineen on lähempänä nisäkkäitä -myös ihmistä- kuin dinosaurusta. Myöskään meripedot kuten plesiosaurit (joutsenliskot), mosasaurit tai ichtyosaurit (ns. kalaliskot) eivät lukeudu dinosauruksiin, vaan ovat lähtöisin aivan eri suuntien matelijoista. Toisaalta taas linnut ovat dinosauruksia siinä missä lepakot ovat nisäkkäitä.

Miten sitten tunnistaa dinosaurukset? Tohtori Thomas R. Holtz määrittelee kirjassaan *Dinosaurs: the most complete, up-to-date encyclopedia for dinosaur lovers of all ages* että dinosaurus on *Iguanodonin* ja *Megalosauruksen* (kaksi ensimmäistä tieteellisesti kuvattua dinosaurusta, jotka edustavat dinosaurian vastakkaisia sukuhaaroja) viimeinen yhteinen esi-isä, tai mikä tahansa tämän jälkeläisistä (Holtz 2007, 66). Muita dinosaurusten yhteisiä tunnusmerkkejä oli muun muassa avoin lonkkamalja, joka kuopan sijaan oli avonainen reikä lantion luussa; sekä suoraan pystyasennossa ruumiin alla olevat jalat, toisin kuin muilla matelijoilla, joiden jalat harittavat ruumiin sivuille.

## 2.3 Dinosaurukset mediassa

Dinosauruksilla on pitkä historia ihmisten tietämyksessä. Niistä tuli mediailmiö jo kun Lontoon Crystal Palacen alueelle avattiin Dinosaur Court-näyttely 1854. Näyttelyyn rakennettiin patsaita

muutamasta silloin tunnetusta lajista. Ennen kuin mallit asetettiin näytille, keskeneräisen *Iguanodonin* patsaan sisällä järjestettiin illalliset.

Dinosaurukset eivät ole uusia animaatiollekaan; niillä on ollut osansa liikkuvassa kuvassa jo sata vuotta. Winsor McCay, jota animaattori ja animaatio-ohjaaja Richard Williams kehuu kirjassaan *Animator's Survival Kit* ensimmäiseksi mieheksi, joka kehitti animaatiota taidemuotona (Williams 2001, 16), loi 1914 esityksen *Gertie the Dinosaur*, jossa hän itse esiintyi yhdessä valkokankaalle heijastetun animoidun sauropodin "Gertien" kanssa.

Dinosaurukset ovat toki muuttuneet paljon aikojen saatossa valkokankaallakin. Pian Gertien jälkeen hirmuliskot löysivät itselleen lokeron elokuvahirviöinä. Sir Arthur Conan Doyle'n Kadonnut maailma ja sen filmatisoinnit kuin myös King Kong kuvasivat hirmuliskot vaaratekijöinä päähenkilöilleen, ja tämä on säilynyt suosittuna roolina hirmuliskoille.

### 2.3.1 Jurassic Park ja aktiivisuuspäivitys

Hitaat ja tyhmät elokuvahirviöt saivat päivityksen 1993, kun elokuva *Jurassic Park* julkaistiin. Michael Crichtonin kirjan pohjautuva elokuva päivitti hirmuliskot sen aikaisen tiedon mukaisiksi tuoden aktiiviset ja älykkäämmät eläimet yleisön tietoisuuteen.

Peliteollisuus on ottanut *Jurassic Parkin* dinosauruskonseptin ja vienyt sen äärimilleen. Hirmuliskot ovat ottaneet omakseen paikan videopelien antagonisteina, monesti ihmisen kanssa samassa ympäristössä. Dinosaurusten tehtävä on useimmiten yrittää tappaa päähenkilö.

*Jurassic Park* itsessään jäi nopeasti tieteen jalkoihin. Ensimmäisen elokuvan jälkeen löytyneet höyhenpeitteiset teropodit eivät vaikuttaneet toiseen elokuvaan, *the Lost Worldiin*, ja kolmannessakin elokuvassa ainoa myönnytys olivat raptorien pään päällä olleet hupsut harjakset. Tekeillä oleva sarjan neljäs elokuva ei ilmeisesti

myöskään tule kuvaamaan höyhenpeitteisiä dinosauruksia. Elokuvan ohjaajan kommentti oli lyhyt, mutta paljon puhuva hänen postatessaan Twitterissään: "No feathers. #JP4." (Switek 2013).

Tekeillä olevan neljännen Jurassic Park-elokuvan sivuilla elokuvan ohjaaja perustelee höyhenten puuttumista elokuvasta vetoamalla elokuvasarjan kaanoniin. Hän sanoo, että on parempi pitäytyä elokuvien maailman valmiiden sääntöjen puitteissa, jottei joutuisi selittämään elokuvassa, miksi sen sauruksilla on yhtäkkiä höyhenet (Trevorrow 2013). Itse jäin tämän jäljiltä kaipailemaan selitystä, miksi höyhenet sitten puuttuvat, jos ne on kloonattu sauruksista, joilla niitä pitäisi olla. Varsinkin kun ottaa huomioon, kuinka edistysellinen sarjan ensimmäinen elokuva oli ja kuinka tärkeää Spielbergille aikoinaan oli nostaa dinosaurukset senaikaisen tieteen tasolle, tämä päätös tuntuu kurjalta. Jurassic Park on kuitenkin maineeltaan yksi isoimmista nimistä kun puhutaan dinosauruksista tiede ja nörttipiirien ulkopuolella.

Höyhenet ovat hivuttautuneet mediaan hitaasti. Joissain kirjois-

sa tai muissa teoksissa näkee nykyään myönnytyksinä höyhenille pieniä tupsuja, kuten niskaharjaksina. Tällaiset dinosaurusmallit ovat yleensä hupsumman näköisiä, kuin jos niille antaisi suoraan kunnan höyhenpeitteen. Mielestäni on outoa, miten peli- ja elokuvateollisuudelle näkyy olevan tärkeämpää kosiskella yleisön nostalgialla suomahirviöillä sen sijaan, että ne näyttäisivät hahmonsa todellisuuden mukaisina.

### 2.3.2 Superlatiiveja ja ajoitusvirheitä lapsille

Hirviöiden rinnalla on kuitenkin kokonaan toinen maailma, nimittäin lapsille suunnatut dinosaurukset. Lapsiystävällisissä sauruksissa paistaa joko inhimillistäminen tai superlatiivit. Valtaosa dinosauruskirjoista on suunnattu lapsille ja niissä usein tuntuu olevan teemana luetella mahdollisimman monta ääripäätä. Suurin, nopein, oudoin, pienin, älykkäin ja niin edelleen. Hirmuliskoja



Kuva 5 (yllä): Dinojunassa on sekeästi lapsille suunnattua pastellivärejä, sekä vanhanaikainen käsitys sulista.

Kuvat 6-7 (alla): Pokémon-pelit sen sijaan ovat jo adoptoineet höyheniä dinosaurushirviöilleen, mukaan lukien tyrannosauriin pohjautuvalle Tyrantrumille (alavasemmalla).



mainostetaan erikoisuuksina. Aikuisille suunnattuja dinosauruskirjoja ei juuri ole. Harvat hyvät kirjat joutuu tilaamaan ulkomailta.

Tuntuu siltä, että hirmuliskot nähdään yhtenäisenä massana, jotka olivat kaikki olemassa yhtä aikaa. Tämä ei pidä paikkaansa. Niiden valtakausi levittyi yli 250 miljoonan vuoden ajalle, ja monet tunnetutkin lajit olivat olemassa vain lyhyen aikaa tuosta ajanjaksosta. Ne olivat myös levittäytyneet ympäri maailmaa, Afrikassa elänyt *Spinosaurus* ei koskaan nähtykään pohjoisamerikkalaista *Tyrannosaurusta*, ainakaan ennen Jurassic Park III-elokuvaa. Peleissä ja elokuvissa harvemmin noudatetaan aika- tai elinalueajoja. Maa aikojen alussa-animaatioelokuvan päähenkilöiden joukossa on sulassa sovussa niin *Triceratops* kuin *Stegosauruskin*, vaikka näiden lajien välillä on noin yhdeksänkymmentä miljoonaa vuotta. *Triceratops* on itse asiassa ajallisesti paljon lähempänä ihmistä ja nyky-aikaa, kuin *Stegosaurusta*. Yleensä tällainen lajien sekametelisoppa johtuu siitä, että teokseen halutaan mahdollisimman monta yleisön suosikki lajia välittämättä siitä, ovatko ne koskaan oikeasti eläneet keskenään. Vanhoista elokuvista tämän antaa helpommin anteeksi, koska lajeja tunnettiin silloin vähemmän mikä rajoitti valinnanvaraa.

Toisaalta vaikka Disneyn Dinosaurus -elokuva onnistui välttämään turvautumisen kaikkein suosituimpiin vaihtoehtoihin, sekin sortui poimimaan lajeja, jotka eivät olisi eläneet oikeasti samaan aikaan samassa paikassa. Hahmokaartiin kuuluu *Iguanodon* (liitukauden alkupuoli), *Brachiosaurus* (myöhäis jurakausi-liitukauden alku), *Styracosaurus* (liitukauden loppu) ja vaikka nämä lajit löytyvätkin kaikki Pohjois-Amerikasta, on elokuvan antagonistit lainattu täysin muilta mantereilta, *Velociraptor* Mongoliasta ja *Carnotaurus* Etelä-Amerikasta.

Monet muut tarinat välttävät nämä sekaantumiset siirtämällä dinosaurukset nykyaikaan joko kloonamalla tai aikakoneella. Näin saadaan kattava katsaus mielenkiintoisimman näköisistä saurus-suosikeista tarvitsematta välittää faktoista. Valtaosa dinosaurusmediasta esittää ihmiset ja hirmuliskot yhdessä. On yllättävän harvinaista nähdä puhtaasti dinosauruksiin ja niiden omiin aikalaisiin keskittyneitä tarinoita, ja silloinkin kyse on yleensä dokumentista.



Kuva 8: (Witton 2013) Vaikeivät dinosauruksia olekaan, pterosauritkin kaipaisivat julkikuvaudistusta.

## 2.4 Kysely

Järjestin internetissä pienen kyselyn dinosauruksista ja siitä, miten ihmiset mieltävät hirmuliskot. Kyselyyn tuli noin sata vastausta. Tein kyselyn englanniksi saadakseni sille mahdollisimman laajan yleisön.

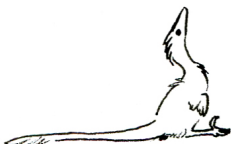
1. What do you think of dinosaurs?
2. What do you think dinosaurs are?  
What makes a dinosaur and what are they like?
3. What is your favourite dinosaur, and why?
4. Favourite dinosaur media (movie, TV show, videogame, etc)?
5. What do you think of the way dinosaurs are portrayed in media in general?

Ylivoimainen enemmistö vastanneista piti dinosauruksia kiehtovina ja mielenkiintoisina, vaikka vähemmistö vastaajista oli varsinaisesti dinosaurustietäjiä. Kakkoskysymyksen laadin nimen omaan sitä varten, jotta pystyin seulomaan vastauksista ne, jotka tiesivät dinosauruksista jo ennestään paljon, ja ne jotka eivät olleet dinonörttejä. Suosikkidinosaurus-kysymykseen tuli odotetusti monta vastausta, jotka eivät kuuluneet dinosauruksiin. Suurimaksi suosikiksi ei-dinosauruksista nousivat pterosaurit yleensä, joskin vain muutama osasi nimetä tarkan lajin. Myös vesiliskot saivat huomiota osakseen, ja pari ääntä tuli nisäkäslisko *Dimetrodonillekin*.

### 2.4.1 Yleisön suosikit

Varsinaisista dinosauruksista ylivoimaisesti kärkeen nousivat lihan-syöjäteropodit, joista raptorit (erikseen mainittuna *Velociraptor*, *Deinonychus* ja *Utahraptor*, eli Jurassic Parkin tunnetuksi tekemä laji sekä sen suurikokoisemmat sukulaislajit), joiden perässä seurasivat suuret teropodit (*Tyrannosaurus*, *Allosaurus* ja *Spinosaurus*). Kasvinsyöjistä eniten ääniä saivat sarvinaamat *Triceratops* ja *Styracosaurus*, ankanokkainen *Parasaurolophus*, kilpilisko *Stegosaurus* sekä viikatekyntinen *Therizinosaurus*. Tulos ei yllätä, luetellut lajit ovat kaikkein näkyvimmin esillä mediasa, ne on helppo tunnistaa ja *Therizinosaurusta* lukuun ottamatta kaikki ovat lajeja, jotka on joko tunnettu 1900-luvun alussa tai sitä aiemmin, tai saaneet julkisuutta Jurassic Park-elokuvien myötä. *Therizinosaurus* itsessään on loikannut median tietoisuuteen metrin mittaisen viikatemaisten kynsiensä saattamana.

Neljännän kysymyksen vastauksia hallitsi suverenis-



ti kaksi nimeä: Jurassic Park ja Maa aikojen alussa. Näiden jälkeen ääniä saivat eniten James Gurney'n Dinotopia-kirjat, ja muutama vastaaja mainitsi myös niiden pohjalta tehdyn televisiosarjan; Matkalla dinosaurusten kanssa -dokumentit, Disney'n Dinosaurus -elokuva sekä dokumentit yleisesti. Iso osa vastaajista antoi äänensä myös videopeleille, mutta hajonta eri nimikkeiden välillä oli suurta, eikä niiden joukosta juuri noussut yksittäisiä nimiä muiden edelle, lukuun ottamatta Jurassic Parkia, joka itsessään sisälsi useita eri pelejä.

Kyselyn tarjoama mediakatsaus tarjosi vanhaa kuvaa hirmuliskoista, sulat ovat harvinaisuus, ja niissäkin tapauksissa, missä ne on otettu huomioon, on niitä käytetty lähinnä pieninä tupsuina siellä täällä. Mielikuvia hallitsevat edelleen vanhentuneet käsitykset ja kaksi yli kaksikymmentä vuotta vanhaa elokuvaa.

### 2.4.2 Kysyntää realismille

Vaikka jotkut vastanneista olivat tyytyväisiä dinosaurusten kuvaukseen mediassa, oli mielenkiintoista havaita, kuinka yksimielistä valtaosa palautteesta oli. Dinosauruksia paremmin tuntevat vastaajat valittelivat nykyaikaisen, tieteellisen tiedon vähyyttä. Muut vastanneista luokittelivat dinosaurukset kuulumaan kahdelle täysin erilaiselle kohderyhmälle. Dinosaurukset ovat joko söpöjä, kilttejä otuksia lapsille, taikka verenhimoisia tappokoneita, joiden ainoa tarkoitus on tappaa kaikki vastaan tuleva. Jako on terävän mustavalkoinen, kasvinsyöjät ovat lempeitä ja ystävällisiä, ja lihansyöjät raakoja tappajia. Moni valittelikin realismin puutetta, sauruksia ei juurikaan näy sellaisena, mitä ne ovat oikeasti olleet: eläiminä.

Keskustelin aiheesta ystäväni kanssa katsottuani Jurassic Park -elokuvan making of -dokumentin. Dokumentissa elokuvan ohjaaja Steven Spielberg puhui nimen omaan halunneensa tehdä vanhanaikaisten elokuvahirviöiden sijaan oikeita eläimiä, mutta silti yleinen käsitys Jurassic Parkin tyylistä dinosauruksista on nimen omaan elokuvahirviö. Ystäväni pohti asiaa, ja huomautti elokuvan



Kuva 9: Kyselyyn vastanneet muistelivat yhä Maa aikojen alussa -elokuvaa lämmöllä.

jatko-osista. Ensimmäisessä elokuvassa kun *Tyrannosaurus* jahtaa päähenkilöiden autoa, se luovuttaa jo hetken päästä. Myös elokuvan raptorit ovat selkeästi saalistamassa. Saalistuskäyttäytyminen on realistista ja ne luovuttavat, kun saalistuksen palkka lakkaa vastaamasta siihen käytettyä vaivaa. Sen sijaan elokuvan jatko-osissa petosaukukset näkevät kamalasti vaivaa pystyäkseen nimen omaan tappamaan juuri ihmisiä. Jopa *Spinosaurus*, joka on aiemmin näytetty pystyvän tappamaan *Tyrannosauruksen* ja jolla ei pitäisi olla ongelmaa saalistaa muita dinosauruksia, jahtaa päättäväisesti ihmisiä jopa sille itselleen vahingollisiin tilanteisiin, vaikka sille olisi saatavilla muutakin ruokaa huomattavasti helpommalla. Tämä ei ole enää järkevää käyttäytymistä, vaan pedon päämäärät keskittyvät tarinan päähenkilöihin. Osansa hirviömaineeseen saattaa olla myös sillä, miten hahmojen kallon muotoja on korostettu ja kulmakaaria liioiteltu muodostamaan vihaisen ilmeen.

### 2.4.3 Liiottelua ja lässyttämistä

Kahtiajako lapsiystävällisten ja hirviömäisten hirmuliskojen välillä ei ole uusi asia, mutta se näkyy mediassa liioitteluna. Jurassic Parkin “*Velociraptorit*” ovat oikeasti *Deinonychuksia*. *Velociraptor* oli oikeasti vain noin polven korkuinen, kun elokuvan raptorit vastaavat kooltaan tämän suurempaa sukulaista. Olen kuullut sanottavan, että lajinimi vaihdettiin sen takia, että *Velociraptor* kuulostaa paremmalta kuin *Deinonychus*. En ole löytänyt väitteelle pätevää lähdettä, mutta lajin ja nimen välinen kontrasti antaa olettaa, että tällä voisi olla jotain perää.

Toinen vastaava liioittelu on Disneyn Fantasia -elokuvan dinosaurus osio. Ensinnäkin osassa näkyvät lajit on valikoitu aikakausista piittaamatta sen mukaan mikä näyttää parhaalta. Filmillä näkyy *Dimetrodon*, joka kuoli sukupuuttoon kauan ennen ensimmäisiä

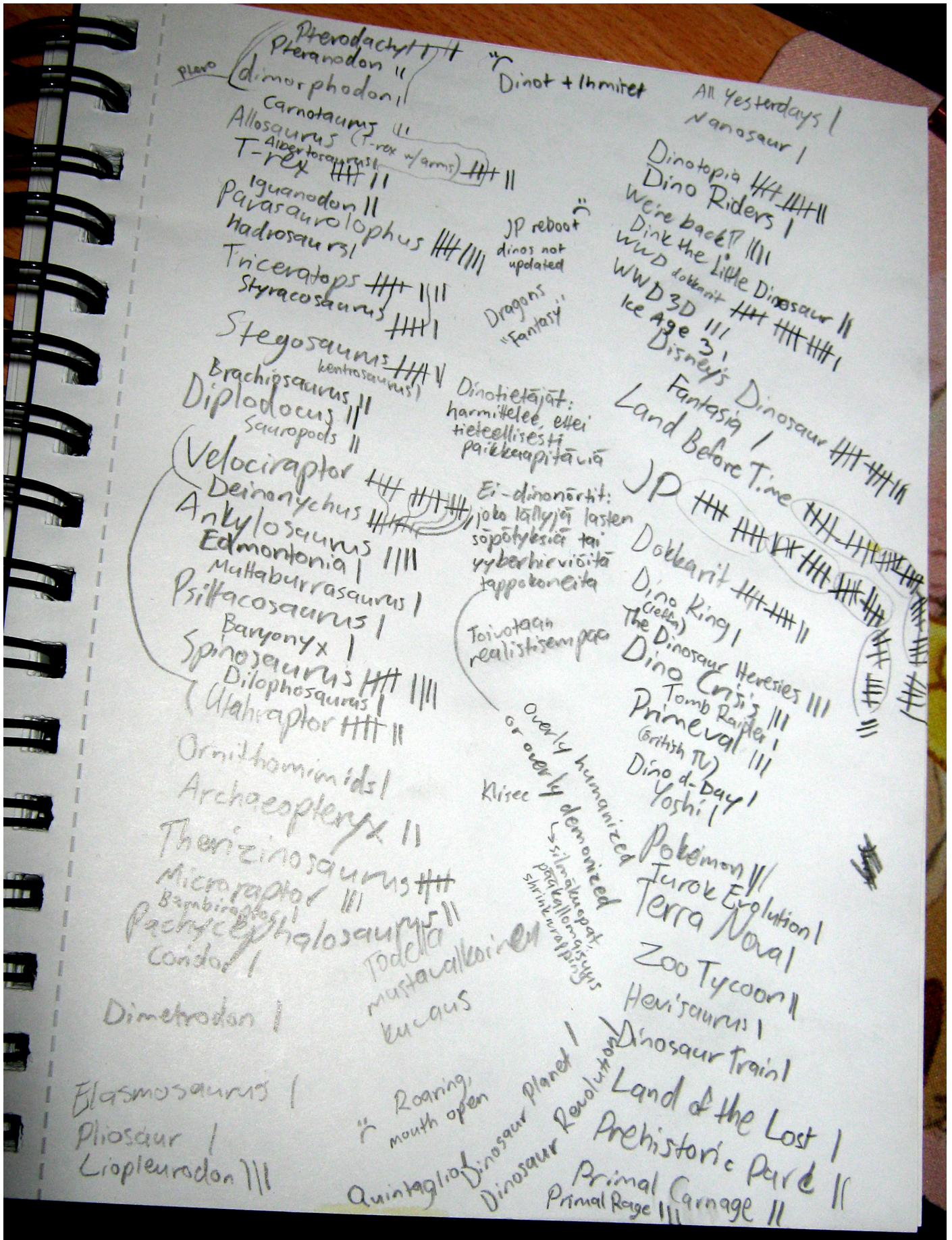
dinosauruksia, myöhäisliitukauden *Parasaurolophus*, jura- ja liitukauden vaihteen *Stegosaurus*. Minulle on kerrottu, että teoksen teropodi olisi *Tyrannosaurus* (joka ajallisesti oli lähempänä nykyihmistä kuin *Stegosaurusta*), jolle kuitenkin annettiin oikeaa *Tyrannosaurusta* suuremmat eturaajat ja kolmas sormi jotta se näyttäisi uhkaavammalta. Vaikka en pidäkään tätä mahdottomana, en ole löytänyt tällekin pätevää lähdettä. Itse tulkitsen tämän vanhemmaksi esimerkiksi tieteellisten faktojen hitaudesta päätyä mediaan, sillä vaikka elokuvan teko aikaan oli jo teorioita että *Tyrannosauruksen* eturaajat olisivat saattaneet olla pienet ja kaksisormiset sen lähisukulaisen, *Gorgosauruksen* löytymisen jäljiltä, itse *T. rexin* oikea eturaaja löytyi vasta 1988 (Naish 2009, 57).

Toisaalta kohdeyleisön polarisointi toimii toiseenkin suuntaan. Viime talvena ilmestynyt Matkalla dinosaurusten kanssa 3D -elokuva oli visuaalisesti komea teos, ja verrattain ajan tasalla (lukuun ottamatta kaljua *Gorgosaurusta*). Se olisi toiminut hyvin ikään kuin puolidokumentaarisena elokuvana samannimisen TV-sarjan tapaan, mutta jostain syystä dinosaurukset päätettiin dubata puhumaan. Tämä saattoi olla myöhäinen päätös, sillä hahmoja ei ole animoitu aukomaan suutaan puheen tahdissa, vaan dubbaus on täysin voiceover. Monet valittelivat dubbauksen tekevän elokuvasta liian lapsellisen ja tyhmän, ja tuovan korostetusti esille yksinkertaisen juonen, mitä dubin kakkahuumori ei auta lainkaan. Eräskin kyselyyn vastaajista kertoi elokuvateatterissa ollessaan kuulleensa lapsen kuiskaavan vanhemmalleen että “tämä on aika tyhmä”. Tämä on valtava harmi. Olen kuullut että elokuvan levyjulkaisulla on mahdollista valita dubbaamaton ääniraita, mutta vahinko saattaa olla jo tapahtunut, kun teatterileivitykseen pääsi vain dubattu, yleisöään rankasti aliarvioiva versio.

Kysyntää dinosauruksille realistisina eläiminä selkeästi on olemassa, mutta yleinen mielikuva lapsiystävällisistä otuksista tai raaoista tappokoneista elää vahvana.



Kuva 10: Jurassic Park hallitsee vieläkin suuren yleisön mielikuvia. Sinänsä mielenkiintoista, kuinka Maa aikojen alussa ja Jurassic Park edustavat dinosauruskuvauksen ääripäitä, vaikka alkuperäiset elokuvat eivät olleet yhtä vahvasti polarisoituja. Jurassic Parkissa oli seesteisiä dinosaurukohtauksia, ja Maassa aikojen alussa puolestaan myös pelottavat puolensa.



Kuva 11: Kyselyyn vastausten läpi käymiseen olisi ehkä kannattanut varata enemmän sivutilaa kuin luonnoskirjallani oli tarjota.

### 3 HAHMOSUUNNITTELUSTA

Alun perin tarkoitukseni oli mallintaa kaksi eri lajin dinosaurusta ja jättää animaatio yksinkertaisempaan liikeluuppiin kuin mihin lopulta päädyin. Suunnittelen parhaillaan vapaa-ajallani kuvitus-sarjaa, joka seuraisi jonkin verran inhimillistä *Troodon formosus* lajin dinosaurusten klaania ja sen elämää ikään kuin matkustavina karjapaimenina. Vaikka opinnäytetyöni ei suoraan liitykään tähän projektiin, katsoin sen silti hyväksi pohjaksi lähtää rakentamaan hahmoja.

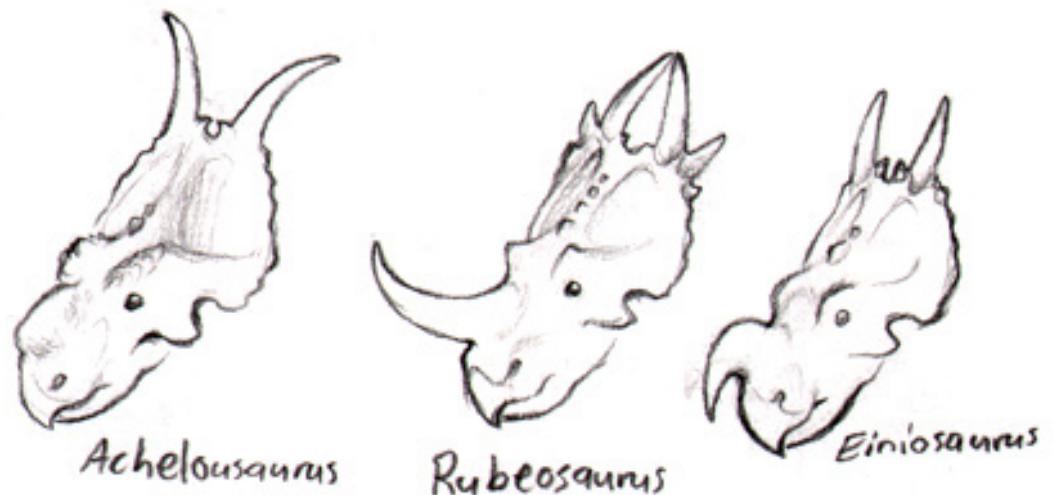


#### 3.1 Lajivalinta

*Troodonin* valitsin päähahmoksi jo siltä pohjalta, että se on lapsuudestani lähtien ollut yksi suosikeistani. Lisäksi kyseessä on maniraptora-sukuun kuuluva saurus kiistattomasti höyhenpeitteisestä suvusta, joten se sopi siltäkin kannalta kohteeksi työhön, jonka aiheena olisi päivittää dinosaurusten kuvaus nykytietämyksen tasolle. *Troodonin* muihin kiehtoviin ominaisuuksiin kuuluu myös sen tietty inhimillisyys: laji tiedetään yhdeksi älykkäimmistä tunnetuista dinosauruksista ja sen eturaajat pystyivät taipumaan pinsettioitseen, mihin sen lisäksi vain yhden toisen dinosauruslajin tiedetään



Kuva 12: Loppukarsintaan päässeet sarvinaamalajit, jotka ajaltaan ja sijainniltaan vastasivat *Troodonia*, sekä olivat mielenkiintoisia piirtää.



kykenevän. Tämä on aina kiehtonut minua henkilökohtaisesti, ja nämä ominaisuudet tekivät lajista automaattisesti parhaan vaihtoehdon kuvitusprojektiin.

Tämän lisäksi halusin paimenille jotain paimennettavaa. *Troodon* oli pohjoisamerikkalainen laji, mikä tarjosi laajan skaalan kiehtovia vaihtoehtoja, muun muassa ikoniset sarvinaamat (heimo Ceratopsidae), joista *Triceratops* on yksi tunnetuimmista dinosauruksista. *Troodon* oli kaiken lisäksi levinnyt laajasti kautta Pohjois-Amerikan länsipuoliskon, mikä alueellisesti käy yksiin suuren osan sarvinaamojen kanssa. Valinnanvaraa siis oli. *Triceratops* osuusi ajallisestikin yksiin *Troodonin* kanssa, mutta halusin valita lajiksi jotain vähemmän tunnettua. Lähdin siis etsimään sarvinaamalajia, joka ajallisesti osuusi samoille tietämille valitsemani raptorin kanssa. Tämä sulki vaihtoehtoista pois oman henkilökohtaisen suosikini, *Centrosaurus*en. Asiaa tutkittuani löysin listan Two Medicine-muodostumasta löydettyistä lajeista, josta on löytynyt laaja valikoima samalla alueella jotakuinkin samoihin aikoihin eläneistä lajeista. Listaan kuului *Troodon*, ja sen lisäksi myös varsin vinkeän näköinen sarvinaama *Einiosaurus procurvicornis*, jolla oli kuononsa päällä eteenpäin osoittavaksi koukuksi kaartuva sarvi, sekä kauluksensa laella kaksi suoraan taaksepäin sojottavaa sarvea. Päätin lähtää kehittämään konseptia tästä.

#### 3.2 *Troodon*

*Troodonin* ruumiinpeitteen suunnittelu oli suhteellisen helppoa. Sen sukulaislajeista tunnetaan runsaasti fossiileja, joiden höyhenpeitteestä on säilynyt niin paljon materiaalia, että ne pystytään rekonstruoimaan varsin hyvin. *Troodon* oli teropodien sukupuussa lähellä lintuja, ja sillä tiedetään olleen pitkälle kehittyneitä, epäsymmetrisiä sulkia eturaajoissaan ja hännässään kuin myös mahdollisesti jaloissaan, sekä yksinkertaisemmista höyhenistä koostuva höyhenpeite. Sen sulkapeitteen värit on kuitenkin täysin arvailujen varassa. Eläimellä oli suuret silmät sekä laajentunut aivojen näköalue, mikä saattaa viitata hämäräaktiivisuuteen, ja lisäksi kyseessä on petoeläin, joten päätin jättää huomattavan kirkkaat värit pois ja päädyin käyttämään lämpimän riistan sävyisiä värejä. Saalistajalle vaatimattomat värit sopivat, jotteivät sen saaliit huomaisi sitä. Kuvioden inspiraatiota hain lintumaailmasta poimien vaikutteita sieltä täältä, pikkulinnuista, sorsista ja kotkista, sekä *Troodonin* ekologista lokeroa nykypäivänä hallitsevista nisäkkäistä, kuten susista ja kojooteista.





Kuva 13: Ensimmäinen tekemäni konseptipiirros Troodoneista ja Einiosauruksista yhdessä.



### 3.3 Einiosaurus

*Einiosaurus* oli sen sijaan haastavampi suunniteltava. Sarvinaamoille ei ole suoraan verrattavissa olevaa nykypäivänä elävää lajia. Lähimmäksi osuvat nautaeläimet (*Einiosaurus* tarkoittaa puhvelilisko), mutta en uskaltanut lähteä suoraan ottamaan vaikutteita bii-sonista tai antiloopeista. Ensinnäkin nisäkkäillä on yleisesti keho värinäkö, koska kaikki nisäkkäät polveutuvat pienistä, yöaktiivisista eläimistä, joille pimeänäkö ja hajuaisti olivat värinäköä tärkeämmät. (Poikkeuksena tähän ovat kädelliset, joiden selviytymisessä on ollut tärkeää kyetä erottamaan kypsät ja raa'at hedelmät toisistaan, ja jotka sen tähden ovat kehittäneet värinäöstään paremman kuin nisäkkäillä keskiarvoisesti.) Sen sijaan sekä matelijat että linnut omaavat hyvin kehittyneen värinäön, monet näkevät tunnetusti ultraviolettivalonkin. Näin ollen on syytä olettaa, että sarvinaamat ovat olleet visuaalisia eläimiä, mitä tukee jo sinänsä myös näiden pitkälle kehittyneet erikoiset päät.

Sarvinaamojen kuvataan usein puolustavan itseään puskemalla sarvillaan hyökkäävää lihansyöjää tai taistelemalla keskenään puskemalla toisiaan. Totuus tappajadinosauruksista -dokumentissa (2005) kuitenkin testattiin kuinka todennäköistä tämä on ollut käyttäen koekappaleena *Triceratopsin* pääkalloa. Törmäystestin tuloksena kävi selvästi ilmi, että voimakas päiden vastakkain puskeminen ei olisi ollut mahdollista, sillä kallon kuonon luut olivat liian hauraat kestämään tällaista käyttöä. Myös kuuluisa paleontologi Jack Horner totesi dokumentissa *Decoding Dinosaurs*, että sarvien käyttäminen petoeläimen tappamiseen on epäkäytännöllistä, koska tällöin haavoittunut tai kuoleva peto lysähtää uhrinsa päälle, mikä kahlitsisi sen paikalleen (Horner 2009). Myös monien sarvinaamojen sarvien muoto ja sijainti, kuten juuri *Einiosauruksen* eteenpäin kaartuva kuonosarvi eivät vain yksinkertaisesti sovellu muodoltaan aseiksi. Naamasarvien ja kaulurien valtava monipuoli-

suus antaakin olettaa, että kyseessä on ollut visuaalinen viestintäväline, jonka tehtävä on ennemminkin auttaa yksilöitä tunnistamaan toisensa ja erottamaan oma lajinsa.

Lopulta päädyin suunnittelemaan kuviot niin, että ne korostaisivat pään muotoa. Hahmon niskan ja hartioiden alueen peitin muuta ruumista vaaleammalla värillä, jolloin kallon kauluri erotuisi siitä hyvin, ja korostin eroa vielä tekemällä kaulurin reunan ja sarvet tummiksi. Joidenkin antilooppilajien innoittamana lisäsin sauruksen kasvoille joitain vaaleampia kuvioita tehdäkseen sen visuaalisesti kiinnostavammaksi.

Sarvinaamojen suvusta tunnetaan fossiileja ihopainaumista, joissa näkyy suomuja. Suvusta tiedetään kuitenkin kahdella alku-





Kuva 14: Yllä olevassa Psittacosauruksen fossiilissa on selvästi nähtävillä harjasrivi hännän yläpuolella. Fossiili on esillä Senckenbergin museossa Frankfurtissa, missä kuva on otettu.

kantaisella lajilla, *Psittacosauruksella* ja *Protoceratopsilla* olleen hännässään tankeita harjaksia.

Päätelin, että on täysin loogista olettaa tällaisen visuaalisen ominaisuuden säilyneen myös jälkeläis lajille, ehkä jopa kehittyneen matkan varrella. Suomufossiilit ovat kuitenkin vain pieniä palasia, eivätkä kata koko eläintä, ja on myös täysin mahdollista, että vaikka eläimellä olisi ollutkin harjaksia, ne olisivat irronneet ennen fossiilin muodostumista. Aluksi harkitsin muuttavani harjakset piikeiksi eläimen lonkan kohdalle ikään kuin puolustukseksi petoja vastaan niinkuin piikkisioilla tai siileillä, mutta päätin sitten että hevosen harjaa muistuttava harjas voisi olla realistisempi arvaus. Pidin myös siitä, miltä harjas näytti. Pienenä yksityiskohtana vielä mainittakoon, että päätin antaa sarvinaamoilleni vaakasuuntaisesti ovaalin pupillin niinkuin monilla nykyisillä laiduntavilla nisäkkäillä.

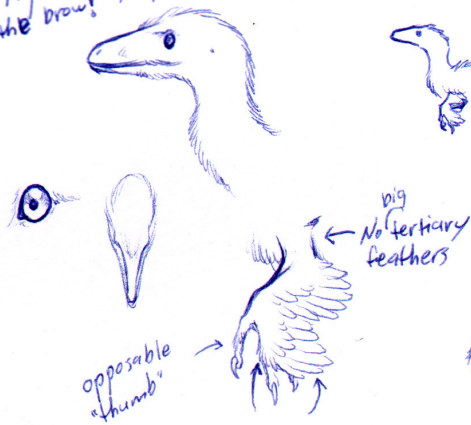
Minulla oli siis kaksi hahmoa jo valmiiksi suunniteltuna aloittaessani 3D-työvaiheen. Keskustelin kuitenkin ennen aloittamista multimedia tuotannon vastuupettaja Arto Kutvosen kanssa, ja hän vihjaisi, että voisi olla parempi keskittyä hahmoista vain toiseen, ja jättää toinen sauruksista tekemättä. Parempi tehdä yksi hahmo kunnolla, kuin kaksi hahmoa hutiloiden. Pohdin asiaa pitkään, mutta lopulta päätin valita näistä kahdesta *Troodonin* henkilökohtaisena haasteena. En tiedä mistä se johtuu, mutta jotenkin koen *Einiosauruksen* helpommaksi piirtää ja hahmottaa, kuin lintumaisen raptorin.

Kuva 15: Tutkielmaluonnoksia opetellessani piirtämään Einiosaurusta.



Figure out how to draw the draw? Maybe look at eagles?

Tooth shape → omnivorous? supplementing diet with plant food.  
↳ Research Cretaceous fruits/plants. were there fruits?



Feathers similar to emu feathers?

opposable thumb

big tertiary feathers

Hand feathers attach to middle finger (index-finger equivalent)

Evolved from four-winged ancestors. Leg feathers?

Read some stuff of scutes maybe having evolved from feathers. So, toe fluff?

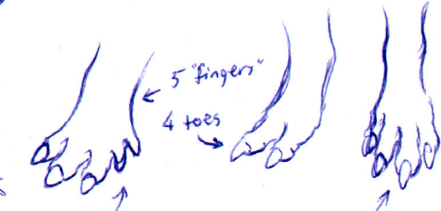
Designien bakua luonnoskirjan sivuilta. Teen usein muistiinpanoja englanniksi blogiani varten, mistä ne on helppo löytää myöhemmin.



Primitive Ceratopsids had quills at least on tail/butt.



How do you ceratopsid proportions? Argh!



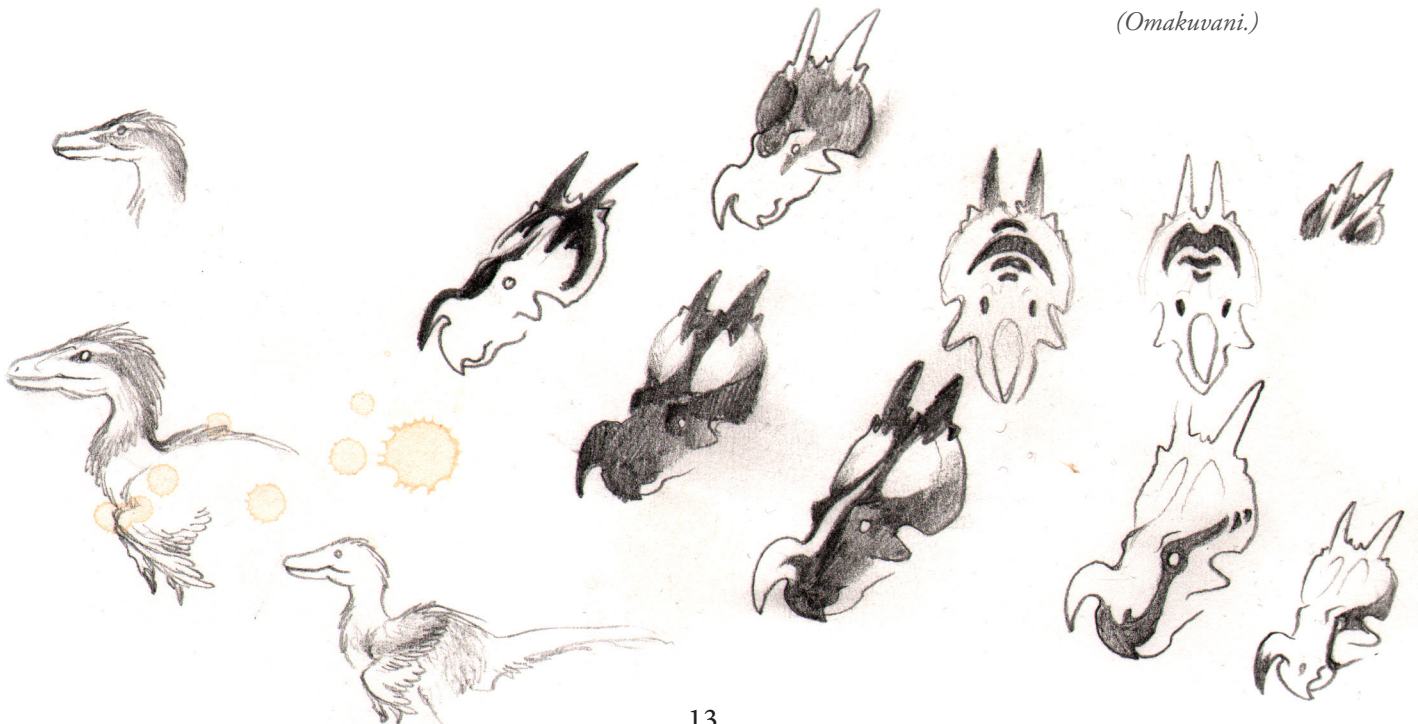
Pinky and ring fingers small and clawless

Outermost toes bigger than inner toes (?) Draw it better next time.

Early ornithomimid species found covered with fluff. Can I use that to fluff up my baby hornface chicks?



(Omakuwani.)





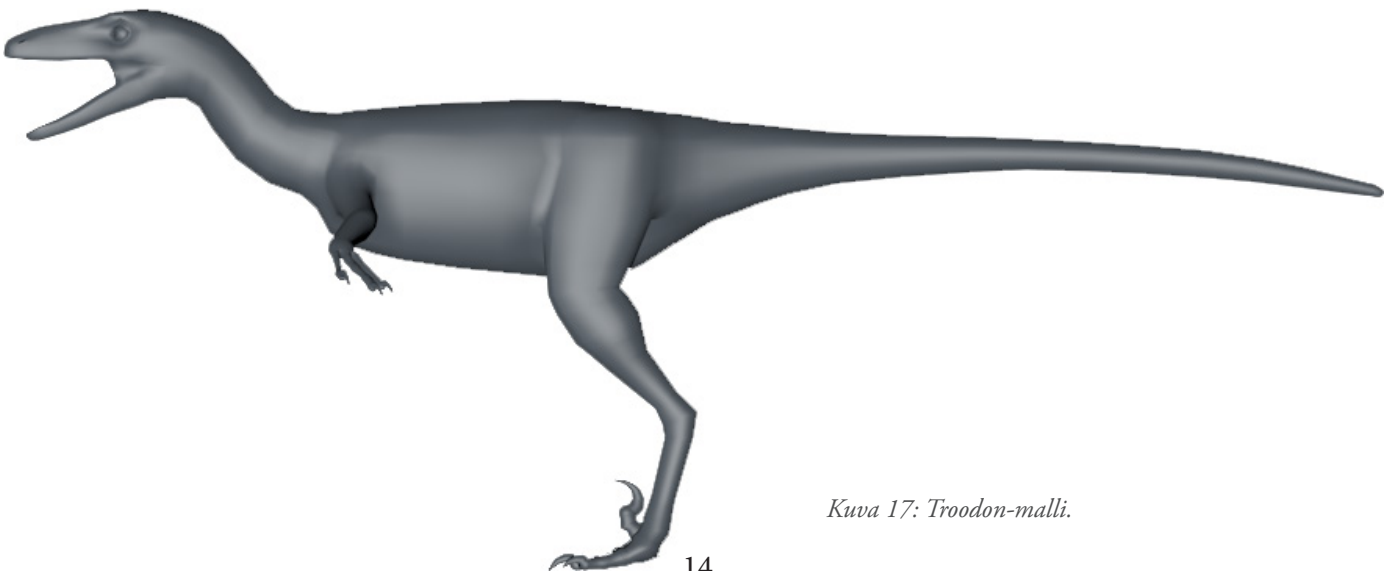
Kuva 16: Valmiit saurus-designit torkkumassa yhdessä.

## 4 3D TYÖSKENTELYPROSESSI

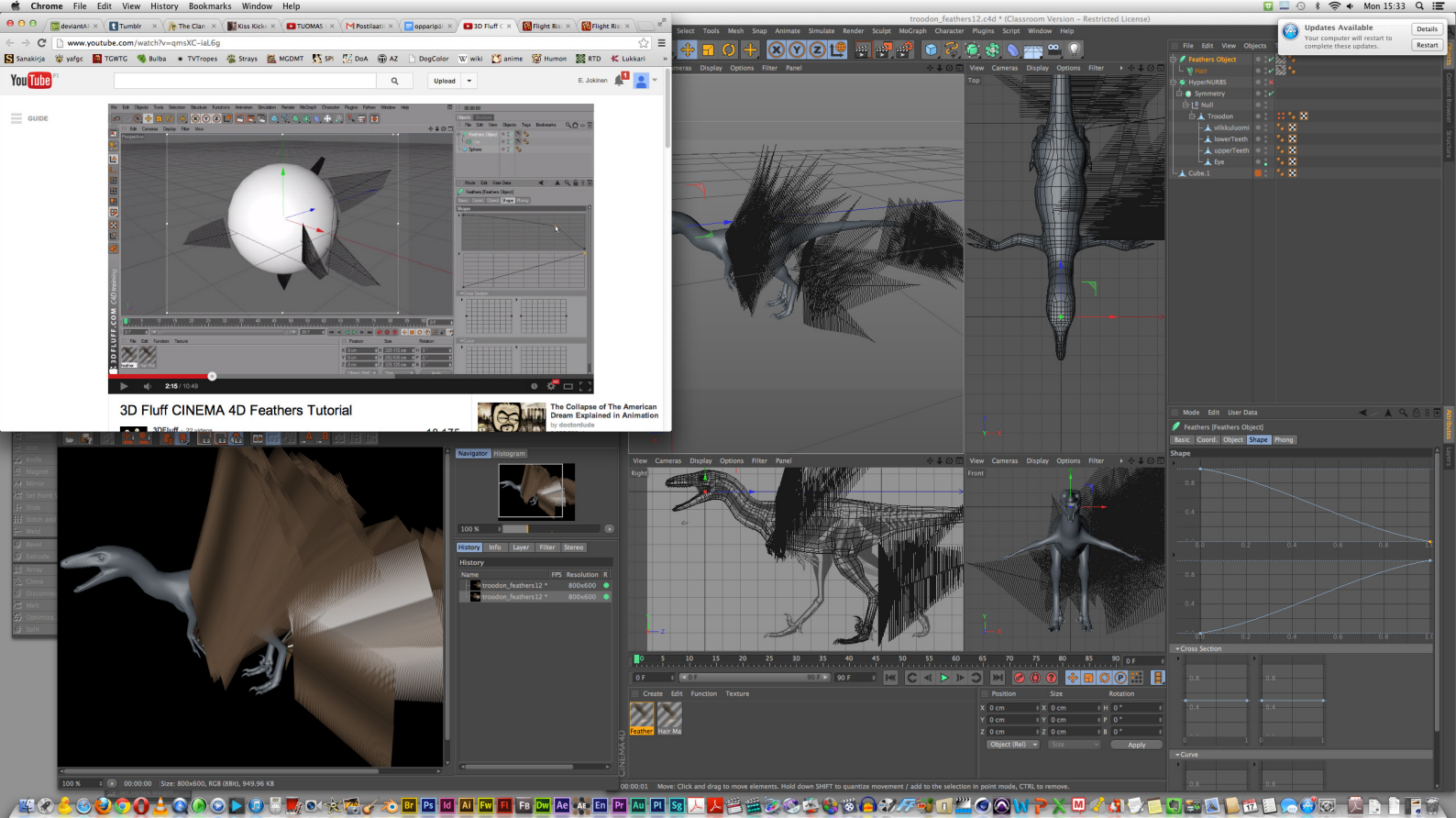
Alun perin aion toteuttaa hahmon Blenderillä, koska ilmaisohjelmalla sain sen omalle koneelleni. Toivoin silti pystyväni työskentelemään koululla keskittymisen helpottamiseksi. Käydessäni koululla ennen työskentelyn aloittamista sain paikan tyhjältä koneelta kolmosten luokassa, jossa oli parhaillaan menossa 3D-kurssi. Opettaja Nanja Katajan suosituksesta päädyin vaihtamaan työohjelmani Blenderistä Cinema 4D:hen, sillä kurssin ollessa menossa minulla olisi apua saatavana jos jäisin jumiin. Cinema oli minulle myös hiukan tutumpi ohjelma, sillä olin käyttänyt sitä aiemmin koulukurssilla parin kuukauden ajan, kun taas Blenderin tunsin vain lyhyestä viiden päivän kesäkurssista.

### 4.1 Mallinnus

En ollut käyttänyt Cinema 4D:tä vuoteen aloittaessani työskentelyä, joten minulla kesti jonkin aikaa tottua taas ohjelman käyttöliittymään tehtyäni viimeksi töitä Mayalla työharjoitteluni aikana. Henkilökohtaisesti kuitenkin pidän Cineman mallinnustyökaluista, ja loppujen lopuksi itse dinosaurus syntyi varsin nopeasti ja vaivattomasti. Aloitin työn luomalla kapean laatikon, jonka pituudeksi asetin dinosauruksen oikean mitan, 240cm. Laatikkoa mittatikkuna käyttäen asetin sivunäkymän taustakuvaksi Scott Hartmanin luurankomallin (2013), jota käytin pohjana dinosaurusta rakentaessani. Ikävä kyllä käytössäni oli pelkkä profiilikuva, joten leveys suunnassa mitat jäivät osittain arvailun varaan. Pohja-



Kuva 17: Troodon-malli.



Kuva 18: Ensimmäiset sulkayritelmät tutorialivideota apuna käyttäen.

sin leveysulottuvuuden, kuten rinnan paksuuden, arvailut joihinkin juokseviin lintuihin (koska *Troodon* on linnuille läheistä sukua) sekä joihinkin nisäkäspetoihin, jotka käyttäytymiseltään, elintavoiltaan ja ekologisen lokeronsa puolesta vastaavat *Troodonina*. Koska jouduin mallintamaan *Troodonin* eturaajat osoittamaan viistoon sivuille, ne eivät lopulta olleet aivan oikean mittaiset, kynärvarren venähtäessä hivenen liian pitkäksi.

Muokkasin Hartmanin mallipiirrosta hieman vääntämällä sen pään ja jalan helpommin mallinnettavaan asentoon, ja lihotin saurusta tukevammaksi joistain kohdista. Koska kyseessä on laji, jonka jäännöksiä on löydetty arktisilta alueilta asti, sen on täytynyt kyetä selviämään kylmissä olosuhteissa joten lisäksi sille rasvakerroksen. Olin myös suunnitellut tekeväni pääasiallisen höyhenpeitteen tekstuureilla, joten mallin tukevoittaminen höyhenpeitteen verukkeella tuntui järkevältä.

Hahmon hampaat tuottivat aluksi hiukan päänvaivaa, sillä en tiennyt miten ne olisi parasta toteuttaa. Harkitsin matrix extruden käyttämistä, että olisin tursottanut ne suoraan hahmon ikenistä, mutta mallin polygonit eivät aivan soveltuneet tähän tarkoitukseen. Lopulta päädyin katsomaan neuvoja Cineman omasta tutorialista, jossa neuvottiin tekemään hahmon hampaat erillisestä objektista. Tein sen mukaisesti kaksi venytettyä hevosenkengän muotoista laatikko-objektia, joista matrix extruden avulla tursotin ulos hammasrivit kumpaankin leukaan. Itse hammasriviohjelmit upotin hahmon leukojen sisään niin että vain itse hampaat jäivät näkyviin. Kielen tosin päädyin tekemään suoraan malliin itseensä erillisen objektin sijaan toisin kuin tutorialissa neuvottiin.

Tein hahmolle vilkkuluometkin, mutta jätin ne käyttämättä lopullisissa animaatioissa, sillä joissain silmän räpäytyksen vaiheissa vilkkuluomiobjekti upposi silmän sisään tai tunki ulos varsinaisen silmäluomen läpi. Luomi toimi mallinnusvaiheessa hyvin, aina siihen asti kun mallin päälle laittoi hyperNURBS:in ja displacement

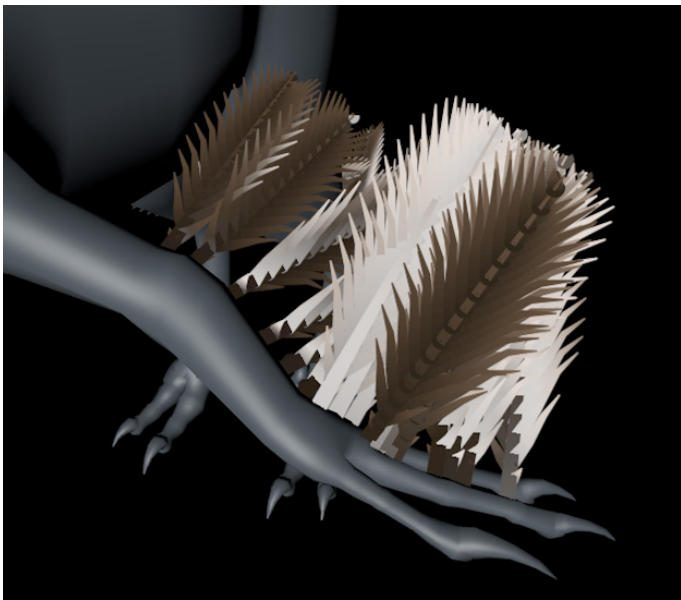
mapin. Lopulta päätin, että sekunnin murto-osan mittainen vilkkuluomen vilahdus silmän räpäytyksen aikana ei ollut vaivan arvoista, ja jätin sen animoimatta.

## 4.2 Sulkapeite

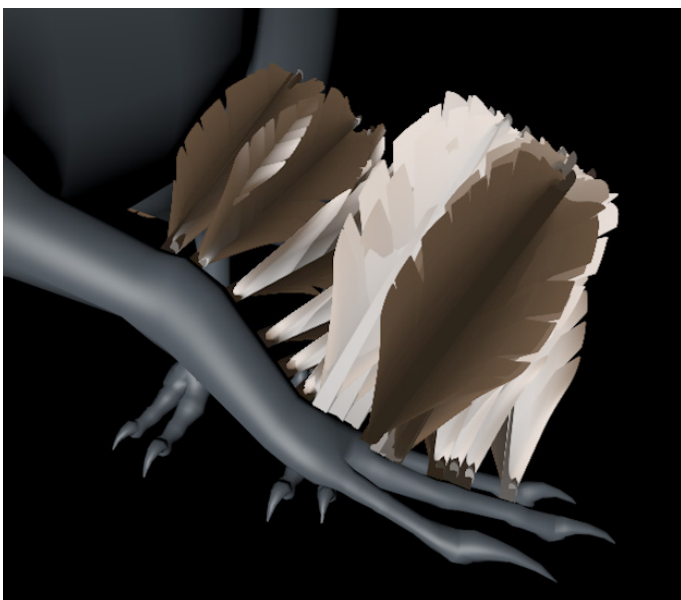
Olin alunperin suunnitellut tekeväni *Troodonin* käsi- ja pryrstösulat plane-objekteina, mutta 3D-opettaja Nanna Katajan suosituksesta päätin yrittää testata Cineman omaa sulkageneraattoria.

Onnistuin löytämään helposti ymmärrettävän tutorialin aiheesta, ja lopputuloskin oli varsin tyydyttävä. Tässä tavassa on etuna myös se, että sulat noudattavat karva-objektien dynamiikkaa hahmon liikkua, joten niitä ei tarvitse animoida erikseen. Cineman aikaansaamatt sulat muistuttavat strutsin sulkia. Löysin sulka-asetuksia tutkiessani ruudun, jonka raksimalla sulat olisivat voineet vaihtaa enemmän lentävän linnun sulkia muistuttaviksi ja realistisemmiksi, mutta tämän säädön kanssa renderöintinopeus putosi huomattavasti. Siinä missä pieniresoluutioinen esikatselu renderöinti alkuperäinen strutsimaisempi Fixed-asetus päällä kesti joitain sekunteja, kesti sama vaihtoehtoisella Adaptive-asetuksella useita minutteja, minkä loppuvaiheessa tietokone piti varsin huolestuttavia ääniä. Ottaen huomioon, että lopullisessa renderöinnissä tulisi olemaan HD resoluutio sekä ehkä yli tuhat kuvaa, olisi renderöinti Adaptiveilla tullut kestämään niin pitkään, että jätin vaihtoehdon pois.





Kuva 19: Fixed päällä.



Kuva 20: Adaptive päällä.

En myöskään löytänyt mitään keinoa editoida sulkien levinneysyyttä jälkikäteen, joten jouduin tekemään sulkaobjektit kokonaan uusiksi muutamaa otteeseen halutessani korjata jotain yksityiskohtia. Jälkeenpäin olen myös harmitellut että asetin sulat kasvamaan vertex-pisteistä. Jos olisin asettanut ne esimerkiksi tiettyihin polygoneihin, olisin voinut ehkä myöhemmin säätää sulkien määrää ja siten tiheyttä, mutta vertexeistä ne eivät päässeet leviämään enää jälkikäteen.

Käsivarsien sekä hännän lisäksi päätin sijoittaa sulkia myös hahmon nilkkoihin. *Troodonin* uskotaan kehittyneen liskolintu *Archaeopteryxin* ja *Microraptorin* kaltaisista puissa kiipeilevistä liitävistä pikku teropodeista, jotka sittemmin palasivat takaisin maan pinnalle ja kehittyivät juokseviksi saalistajiksi. Näistä *Microraptor* sukulaisineen on kuuluisa nelisiipisenä dinosauruksena, eli sillä oli siipisulkia myös takajaloissaan. On myös olemassa tutkimus, jonka mukaan lintujen jalkojen levysuomut olisivat itse asiassa kehittyneet höyhenistä, eikä päin vastoin (Martyniuk 2013), joten päätin kunnioittaa teoriaa sulkajalkaisella *Troodonilla*.

### 4.3 UV-mappaus

Onneksi olin saanut mallinnusvaiheen valmiiksi huomattavasti oletettua nopeammin, joten teksturointiin jäi enemmän aikaa kuin mitä olin sille varannut. Siitä huolimatta tekstuurit aiheuttivat aika lailla päänvaivaa. Kulutin valtavan paljon ylimääräistä aikaa UV-mappaukseen, yrittämällä levittää mallia auki niin että siihen mahtuisi vielä piirtämäänkin. Jostain syystä, huolimatta mitä projisointia käytin tai minne tein saumoja, Cinema ei osannut käsitellä merkkejäni vaan joka projisoinnissa oli iso osa pinta-alasta puristettu kasaan tai sisäkkäin. Yritin laittaa saumat niinkuin oikeasti eläintä nyljettäessä, ja yritin myös leikata saumat kuin pehmolelussa tai muovi figurin muotissa, mutta tuntui siltä, ettei ohjelma osannut leikata saumoista niinkuin sen piti. Loppujen lopuksi päädyin leikkaamaan hahmon kappaleiksi valitsemalla siitä aina osan ja projisoimalla sen sitten kameran avulla mahdollisimman kohtisuoraan. Tästä huolimatta jouduin selvittämään joitain osia jälkikäteen piste kerrallaan, kun esimerkiksi osa varpaista rullautui itsensä sisään. Tästäkin vaiheesta jouduin tekemään osia uudestaan huomattuani yksittäisiä irto polygoneja, jotka olivat unohtuneet valinnan ulkopuolelle, ja joita en osannut kiinnittää takaisin paikoilleen.

Tämä tapa mapata malli aiheutti aika lailla ylimääräisiä saumoja hahmossa, joten jouduin järjestelemään hahmon kuvioinnit uudestaan välttääkseni osumasta saumoihin ja siten luomasta luonnottoman teräviä reunoja kuvioihin. Loppujen lopuksi uskon selvinneeni varsin hyvin.

### 4.4 Tekstuurit

Tässä vaiheessa lisäsin renderöinti ikkunaan taustaväri gradientin, jotta hahmon syvimät varjot erottuisivat kunnolla. Jotkin yksityiskohdat upposivat aikaisemmin mustaan taustaan.

Olin jo etukäteen päättänyt tehdä sauruksen pääasiallisen höyhenpiteen tekstureilla. Alun perin olin ajatellut käyttäväni bump mappia, mutta lopputulos ei sillä yksinään ollut tyydyttävä, joten saatuaani neuvoja asiassa lisäsin mukaan displacement mapin. Displacement map oli pitkälti juuri se, mitä olin ajanut takaa, vaikka jouduin kuluttamaan varsin paljon aikaa sen hienosäätämiseen. Olin jotenkin jättänyt huomaamatta, että displacement mapin valikossa oli voimakkuuden säätö. Tämän luulisi olevan itsestäänselvyys, mutta olin silti säätänyt efektiin lähes kohdilleen Photoshopissa ennen kuin huomasin asian.

Tässä vaiheessa silmät ja hampaat käyttivät vielä muun sauruksen tekstuuria, mikä aiheutti varsin huvittavia kuvia. Tein niille nyt oman tekstuurin, jotta sain ne pois tieltä displacementia säätäessäni. Silmien teksturointi huoletti minua hiukan, koska olin asettanut ne yhdeksi objektiksi, ja niitä oli rotatoitu jonkun verran, joten pelkkä perus projisointi olisi saattanut aiheuttaa hankaluuksia. Päätin käyttää väliaikaisesti täysmustaa tekstuuria erillisten pupillien ja iiristen tekemisen sijaan. Aikomukseni oli myöhemmin vaihtaa silmätekstuuri, mutta pidin sen suurista tummista silmistä, jotka toivat mieleen viiru- tai tornipöllön, joten hahmo sai pitää ne. *Troodon* oli todennäköisesti hämäräaktiivinen eläin joka tapauksessa, sen suurista silmistä ja näköaistille omistetun aivojen osan koosta päätellen, joten mielikuva sopi.

Aloin turhautua kiukutteleviin tekstureihin, ja harkitsin jo vaihtavani ohjelmaa Cinema 4D:stä Blenderiin sillä verukkeella, että Blenderistä on saatavilla ilmaisia tutoriaaleja paljon helpommin kuin Cinemasta. Tämä olisi kuitenkin tarkoittanut UV mappauksen tekoa kokonaan uudestaan. Hahmosta on kuitenkin tältä vaiheelta olemassa OBJ-tiedosto, joka toimii yleispätevästi kaikissa yleisesti käytössä olevissa 3D ohjelmissa.



Kuva 21 (vasemmalla) ja 22 (alla): Displacement map hahmon yllä ennen kuin tajusin, kuinka se toimii.

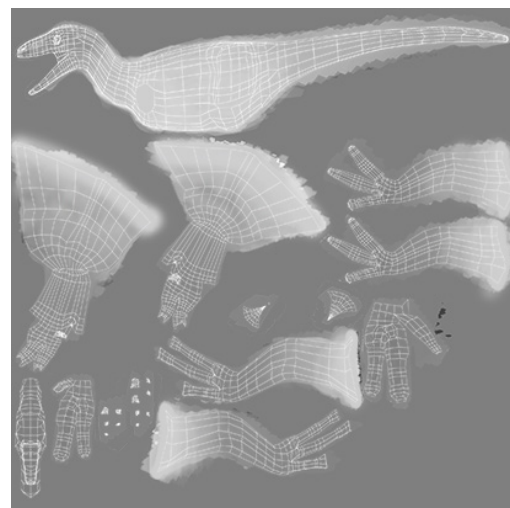
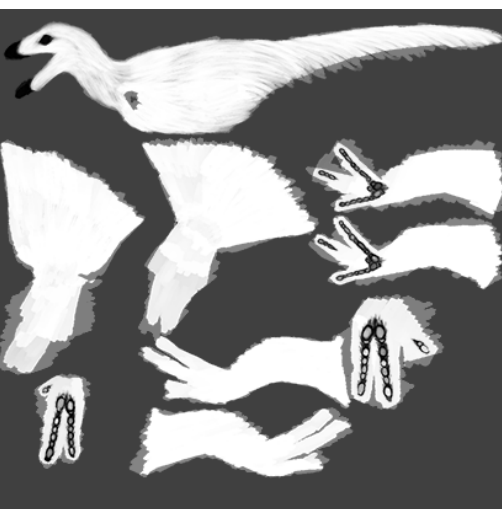
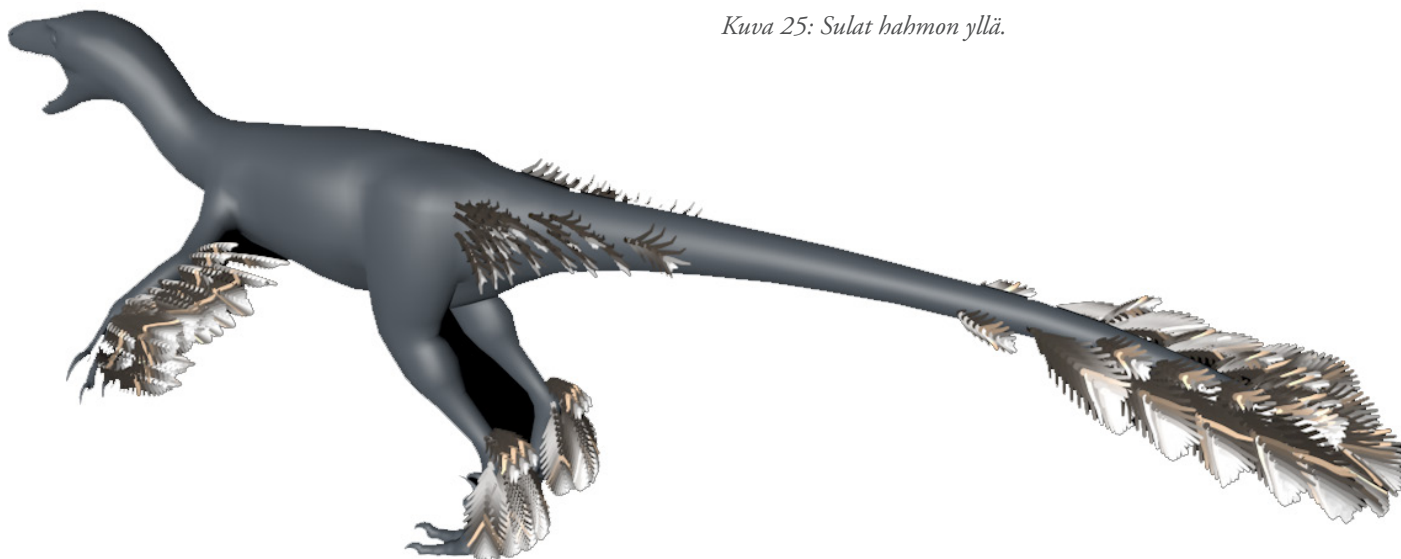


Kuva 23 (alla) ja 24 (alaoikealla): UV-mappaus ei suostunut onnistumaan automaattisesti (24), eikä sen manuaalinenkaan hallinta sujunut ongelmitta.

Kuvass 23 kommentteja blogiani varten.

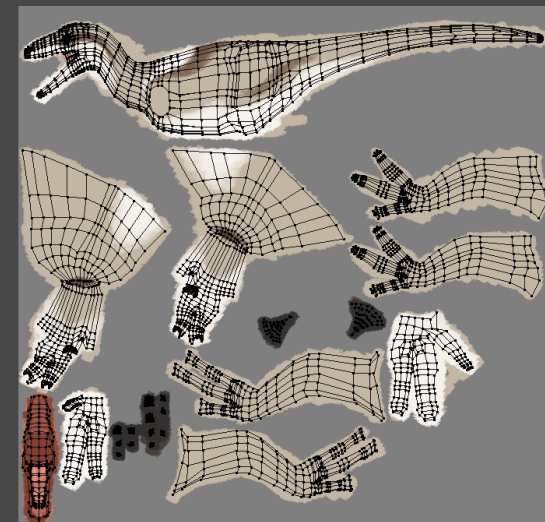
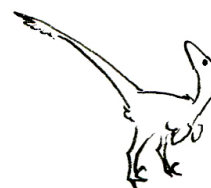


Kuva 25: Sulat habmon yllä.



Kuvat 26-28: Vasemmalta oikealle: bump map, tekstuurit ja displacement map. Anoin saurukselle polkuanturat käsiin ja jalkoihin, joskin jätin ne kesimmäisessä sormessa pienemmiksi, sillä sulat kiinnittyivät tähän sormeen.

Kuva 29 (alla): Tekstuurit mallin päällä.



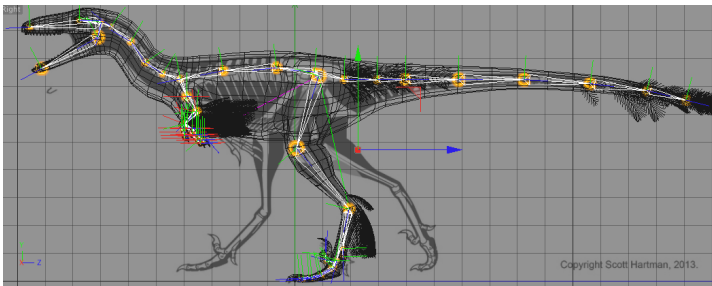


## 4.5 Rigaus

Minulla on aikaisemmalta koulukurssilta vähän huonoja kokemuksia Cineman valmisrigeistä, mutta koska aikaisemmat kokemukseni koskivat lähinnä nelijalkaista rigiä, päätin kokeilla Cineman omaa biped valmisrigiä. Tässä rigissä luut on suht helppo asettaa kohdilleen, ja niillä on käytännölliset kahvatkin, mutta ongelmaksi muodostui dinosauruksen vaatimat ylimääräiset luut. Rigin jalkaluut olisi vielä ehkä pystynyt vääntämään varvasastujan korkean kantapään vaatimaan muotoon, mutta rigillä oli vain yksi kaulaluu. Olin täysin vakuuttunut sauruksen S-kirjaimen muotoisen kaulan tarvitsevan vähintään kolme ja koska en löytänyt mistään keinoa monistaa luita väliin, päätin tehdä rigin itse.

Laskin, että loppujen lopuksi rigi koostui yli kahdeksastakymmenestä erillisestä luusta, sekä näiden ohjaimista. Netistä löytyy harmittavan vähän maksuttomia tutoriaaleja Cinema 4D:lle. Jouduin välillä pyörittelemään peukaloitani epäonnistuttuani löytämään tutoriaaleja joistain perustavan laatusista asioista, kuten rigin säätämisestä. Onneksi apunani oli vieraisella koneella istuva Lilli Sirkkala, jolla oli enemmän kokemusta rigaamisesta ja hän osasi auttaa jouduttuani pahimpiin umpikujiin.

Ennen kuin lähdin säätämään luita tarkemmin, tein välissä hahmolle muutaman pose morph-säätimen. Nyt sauruksen sai räpäyttämään silmiään, nostamaan kieltään tai työntämään sen ulos suustaan sekä hengittämään tarvittaessa.



Kuva 30: Luut hahmon sisässä. Taustalla näkyy Scott Hartmanin luurankomalli, jota käytin apuna mallinnuksessa.

### 4.5.1 Ohjaimet

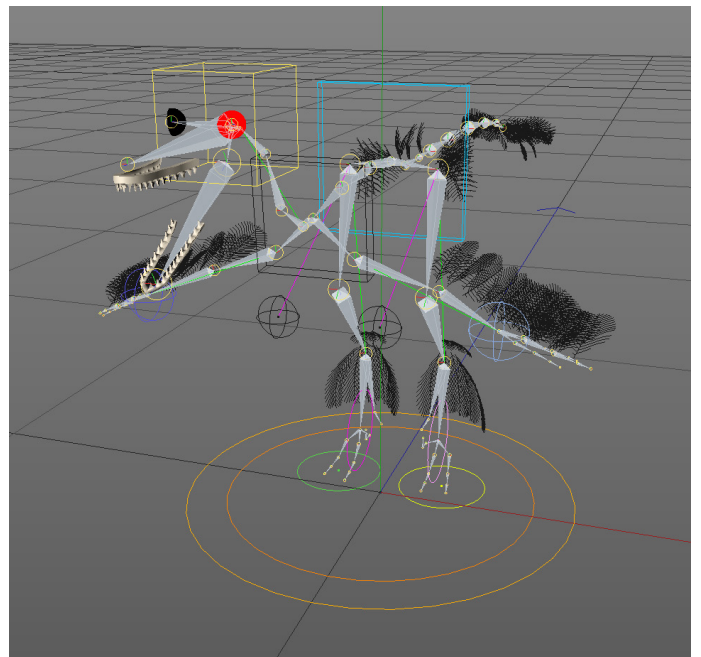
Lillin avustuksella pääsin lopulta vihdoon rakentamaan ohjaimia rigille. Cineman käyttöliittymään lisättiin kustomoitu PSR-reset nappula, jota klikkaamalla sai nollattua objektin sijainnin ja rotaation sen mukaiseksi, minkä objektin alaisuudessa se oli objektien hierarkiassa. Tämän nappulan avulla nullit sai paikoilleen automaattisesti nappia napauttamalla, eikä niitä tarvinnut liikuttaa oikeille paikoilleen itse. Itse ohjaimet tehtiin null-objekteista, jotka sijoitettiin luiden pivot pisteiden kohdalle, jonka jälkeen nämä luut linkitettiin nulleihinsa constrainteilla.

Sauruksen sormien ja varpaiden luut laitoin taipumaan ketjussa User Data valikkoa käyttämällä. Jokainen kunkin sormen ja varpaan luu laitettiin seuraamaan edeltäjänsä, jottei niitä tarvitsisi säätää nivel kerrallaan erikseen animoidessa. User data valikon avulla jokaiselle sormelle ja varpaalle sai oman liukusäätimen. Jotkin sormista vaativat vielä ekstra säätöä, esimerkiksi osa kaartui vinoittain, liian herkästi tai väärään suuntaan säätimestä vedettäessä, joten ne piti komentaa nodejen avulla laskemaan matemaattisesti, minkä suuntaista rotaatiota piti ottaa huomioon enemmän kuin muita. Esimerkiksi hahmon vasemman käden uloin sormi kiertyi säpsähtäen spiraaliksi säätimeen koskettaessa, se siis kääntyi sekä väärään suuntaan, että reagoi säätimeen liian voimakkaasti. Lopuk-

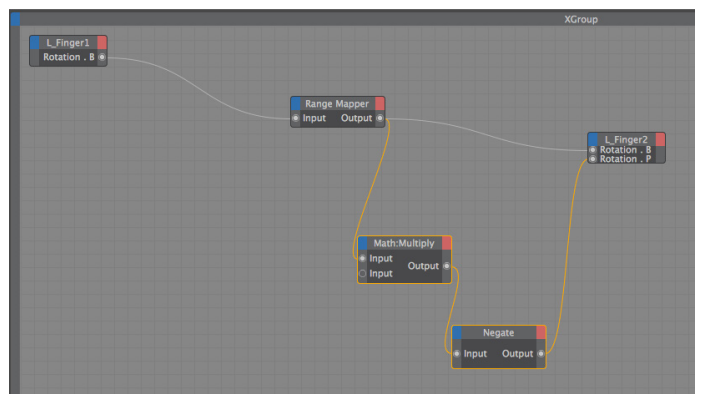
si tein joka raajalle säätimen, joka käänsi kaikkia kyseisen raajan sormia tai varpaita yhtä aikaa, jotten joutuisi säätämään jokaista erikseen, mutta lopulta päätin poistaa tämän yleissäätimen sormista, sillä se esti sormien kääntelyn manuaalisesti yksittäin. Olin suunnitellut animaatioon kohdan, jossa hahmo poimisi esineen käteensä, ja siinä vaiheessa mahdollisuus hienosäätää sormia erikseen tulisi tarpeeseen.

Näillä opeilla osasin tehdä ihan oma aloitteisesti ilman opastusta liukusäätimen hahmon leualle, jonka liikkeen sain jopa rajoitettua niin, että sen liikerata pysyi luonnollisena. Leukoja oli mahdoton avata liikaa, tai sulkea yläleuan läpi säädintä käyttäessä.

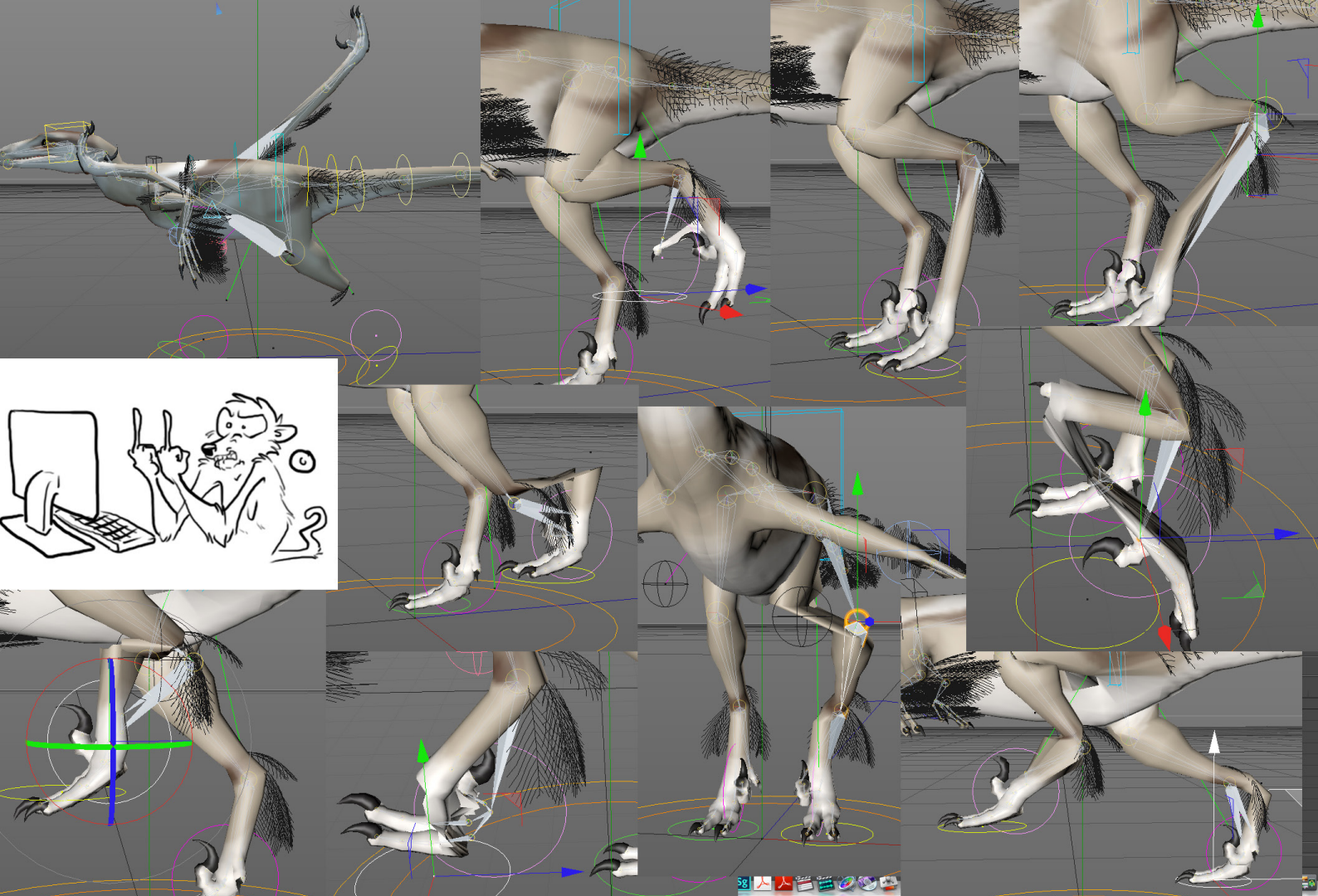
Päätin laittaa kaulan taipumaan IK:lla ja jätin pään ohjaimen linkittämättä hahmon lantion alle, jotta pää liikkuisi erillään muusta ruumiista. Tällä sain hahmon liikkeen näyttämään lintumaisemalta.



Kuva 31: Rigi kun hahmon mesh on laitettu näkymättömäksi.



Kuva 32: Nodeketju, jolla korjasin sormiluiden kaartuvuutta.



Kuva 33: Kokoelma kuvakaappauksia jalkarigiä koskevan tiedostokansion sisältä.

#### 4.5.2 Kiukuttelevat jalat

Hahmon linkittäminen rigiin ja weight painting vaihe sujuivat molemmat ilman isompia hankaluuksia, mutta nyt kun näki miten hahmo toimi yhteen luidensa kanssa, sen jalat paljastuivat hyvin ongelmallisiksi.

Koska *Troodon* on varvasastuja, jonka nilkka on vielä varsin korkealla maasta, tarvitsi se jalkoihinsa ylimääräisen luun lonkan ja käpälän väliin. Olin työharjoittelussa Anima Vitaen studiolla pääsyt kokeilemaan ammattilaisen tekemää rigiä, jonka jalkojen toiminnasta pidin hyvin paljon. Maan pinnalla olisi yksi null-ohjain, joka voitaisiin aina palauttaa tarvittaessa alas, josta säädettäisiin itse askel. Animien mallissa tähän jalkapohjaohjaimen oli ohjelmoitu myös liukusäätimet kantapäähän nostolle ja varpaiden käpristymiselle, ja loppu jalasta taipui automaattisesti sitä myötäillen IK:n avulla. Saman toimivuuden toistaminen omassa työssäni paljastui haastavaksi, varsinkin tämän ylimääräisen luun huomioon ottaen. En saanut millään nilkkaa taipumaan vaan sen ja käpälän välinen jalan pätkä osoitti jatkuvasti samaan suuntaan huolimatta siitä, missä asennossa muu jalka oli.

En tiennyt, mitä tehdä constraintien kanssa. Yritin poistaa niistä sen, joka liitti käpäläosan seuraamaan maan pinnalla sijaitsevaa nullia, mikä sai nilkkanivelen taipumaan taas, kun se oli aiemmin kieltäytynyt kääntymästä ollenkaan. Mutta koska linkki maan pinnan nulliin oli nyt poissa, ei jalkaa saanut enää yksinkertaisella komennolla astumaan maan pinnalle eikä jalalla ollut enää perusasentoa. Myös suurin osa hahmo meshin nilkan ja käpälän välisistä pisteistä seurasi väärää niveltä taipuen itsenäisesti väärään suuntaan välittämättä luusta, jonka oli tarkoitus olla jalan sisällä.

Yksi testaamani korjausyritys irroitti luiden sijainnin toisistaan, mikä sai nilkan ja käpälän välin luun venymään valtavasti nilkasta heiluttamalla, käpälän pysyessä täysin paikoillaan, sen sijaan että nilkka olisi heilunut luiden mittojen rajoittamissa mitoissa. Myös kannuskynsi oli vaikea saada seuraamaan käpälää, jossa se oli kiinni, sillä rigi tulkitse sen liikkeen noudattavan nilkan sijaintia ja rotaatiota käpälän tietojen sijaan. Jälkikäteen ajateltuna kannuksen olisi voinut jättää täysin rigaamattakin, kun loppujen lopuksi se ei lopullisessa animaatiossa liikkunut kuin kerran, mikä sekään ei ollut välttämätöntä.

Huomasin myös sen, että rigiä ei kannata muuttaa enää sen jälkeen kun hahmon mesh on jo linkitetty siihen. Tajusin erilaisia asentoja testatessani, että hahmon polvi upposi sen rintakehän sisään polven noustessa eteenpäin. Yritin korjata tätä kääntämällä polvea perusasennossaan hitusen ulospäin, mutta tämä sai hahmon jalan taipumaan aivan eri suuntaan, mitä luu kääntyi.

Tämä yritys oli lopulta iha turha, kun tajusin että polvea komentavalle IK ketjulle saa asettaa polen, jonka suuntaan se tähtää keskinivelensä. Sillä siis sai kääntää polvea koskematta itse niveleen.

Palatakseni nilkan taipumisen ongelmiin yritin seuraavaksi korjata sitä vetämällä IK:n suoraan lonkasta käpälään, jolloin sen väliin jäi polven lisäksi myös nilkka. Ikävä kyllä tämä esti polven goalia toimimasta ja rajoitti mahdollisuuksiani säätää nilkkaniveltä itse. Tämä oli hätävararatkaisu ja päädyin jättämään sen käyttämättä vielä yhden paremmalta kuulostavan yrityksen eduksi.

Jouduin kaiken kaikkiaan rigaamaan jalat kokonaan uusiksi hyvin moneen kertaan rikottuani jotain aina jollain korjausyrityksellä.

Seuraava yritys korjata jalat oli tehdä uusi nulli, linkittää se

raamaan jalkapohjan nullia ja laittaa kypälän rotaatio seuraamaan sitä jalkapohjanullin sijasta. Viritelmä toimi todella hyvin, eikä asentotesteissäkään ilmennyt minkäänlaisia ongelmia. Ongelmat ilmenivät vasta myöhemmin. En vielä tiedä, mikä sai ongelman aikaan, mutta tämä versio rigistä toimi työskennellessäni sen parissa perjantaina, mutta tullessani viikonlopun jälkeen takaisin töitä jatkamaan, ei rigi enää yhtäkkiä toiminutkaan. Kypälänivel lakkasi seuraamasta maanpinnan nullia ja jätti kannuksen jälkeensä. En koskaan saanut selville, mistä ongelma johtui.

### 4.5.3 Lopullinen ja “lopullinen” jalakarigi

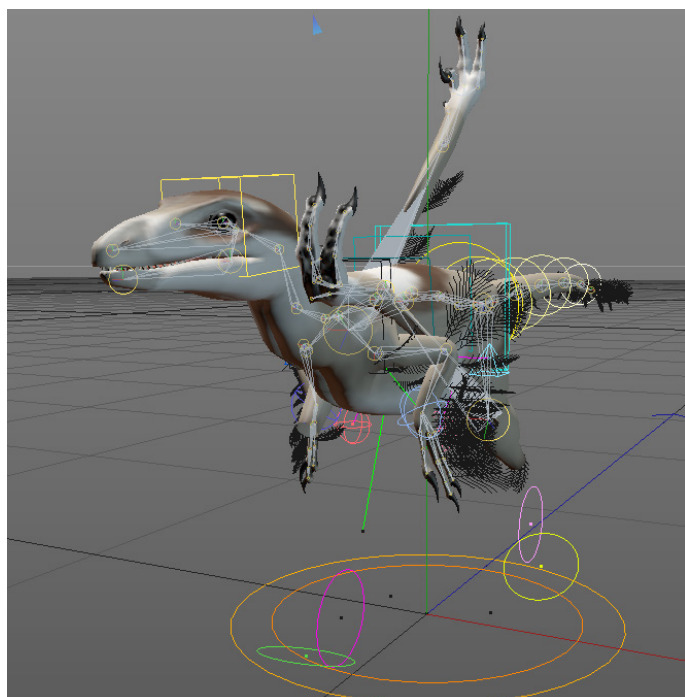
Yritys korjata tämä ongelma toi mukaan vielä yhden nullin, johon kypälän sijainti eteen-taakse akselilla liitettiin. Nyt niveltä voitiin kääntää nilkan ympäri tätä nullia siirtämällä, mutta nilkan taivuttaminen irroitti jalkapohjan maanpinnan nullista, joten nyt askeleita ei saanut maan pinnalle enää nullilla. Nyt maanpinnan nulli piti upottaa maanpinnan alle, tai jättää sen yläpuolelle leijumaan jalan asennosta riippuen jotta jalkapohja olisi näennäisesti maassa kiinni. Jalan taipuminen siis toimi, mutta maanpinnan tason puuttuminen tietäisi lisää työtä animoidessa, koska jalkapohjaa ei enää voisi vain vetää maanpinnan tasoa myöten, vaan maanpinta piti määrittää itse kussakin kohtaa animaatiota.

Upotin avustajani Lillin kanssa tähän ratkaisuun pari päivää. Myöhemmin, etsiessäni aiempaa neljän nivelen IK-tiedostoa, löysin maanantaina mystisesti hajonneen rigiversion. Turhauttavaa kyllä, rigi näytti toimivan taas, joten yritin vielä kerran käyttää sitä.

Rigi vaikutti nyt animointivalmiilta.

### 4.5.4 Valaistusta välissä...

Ennen siirtymistäni animointivaiheeseen asettelin kohtaukseen vielä valot. Yläviistosta hahmoa valaisee kaksi pääasiallista valonlähdetä, alavasemmalta tulee



Kuva 34: Valot paikoillaan.

haalean sinertävä vastavalo ja kaikkein varjoisimpiin paikkoihin valaisee vielä yksi, vähävoimainen ruskea valo, joka lähinnä muuttaa syvimmät varjot lämpimän sävyisiksi sen sijaan että ne olisivat täysmustia. Lisäsin myös pienen pyöreän plane-objektin hahmon jalkojen juureen, jotta sain sen heittämään varjon jonnekin. Rajasin strategisesti jalustan sen verran pieneksi, että hahmon hännän pään varjo jää juuri ja juuri sen ulkopuolelle kun huomasin, etteivät sen sulat heitä varjoa. Näin ei varjon puutteita huomaa.

### 4.5.5 Ja jalat rikki, taas

Tässä vaiheessa uskoin olevani jo valmis ja vaihdoin Cineman käyttöliittymän animointimoodiin näyttämään aikajanan, mutta heti kun koskin aikajanan osoittimeen ja liikutin sitä, hahmon jalat napsahtavat nilkkanivelestä 90 asteen kulmaan, nostaen jalkapohjat irti nulleistaan eikä niitä saanut enää takaisin. Cmd + Z ei auttanut ja ainoa keino saada jalat takaisin oli sulkea tiedosto tallentamatta ja avata se uudestaan, mutta ongelma ei poistunut minnekkään. En ollut edes liikuttanut yhtään luuta tai tehnyt ainuttakaan keyframea, pelkkä klikkaus aikajanelle tai sen liikusäätimen siirto riitti nytkäyttämään jalat irti nulleistaan. Kerran jalat jopa lähtivät aikajanan slideria liikuttaessa liihottelemaan omia aikojaan hitaasti kauemmas omilta paikoiltaan välittämättä edes siitä liikuttiko osoitinta aikajanelle eteen vai taaksepäin, jalat jatkoivat matkaansa tasaisesti omiin suuntiinsa. Uskon tämän olleen vain jokin väliaikainen bugi, sillä en saanut toistettua tätä jälkeempään.

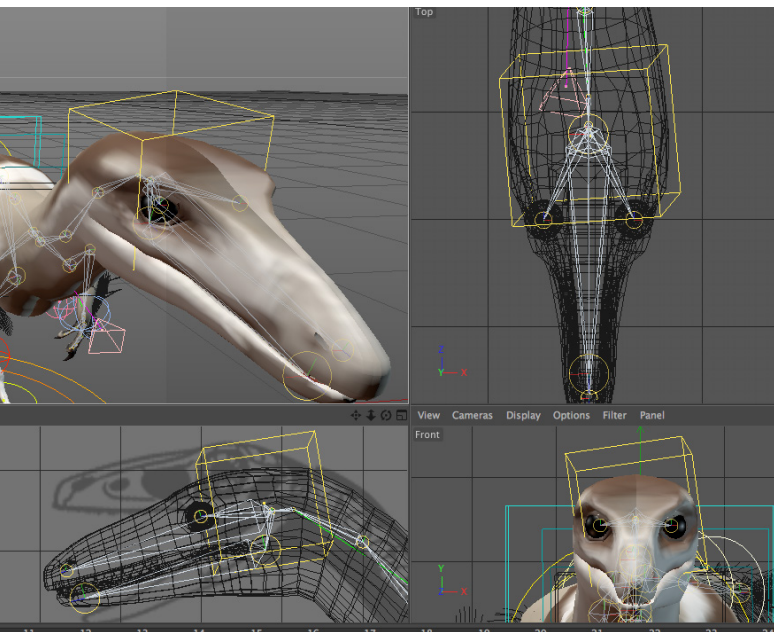
Tällaisenaan rigiä ei voinut käyttää, joten jouduin sittenkin palaamaan versioon, jossa kypälällä oli ylimääräiset nullit, jotka irrottivat ne hallitusti jalkapohjanulleistaan, ainakin tätä pystyin sentään itse hallitsemaan.

Kuva 35: En edelleenkaan ymmärrä, miten tai miksi tämä tapahtui.

## 5 ANIMOINTI

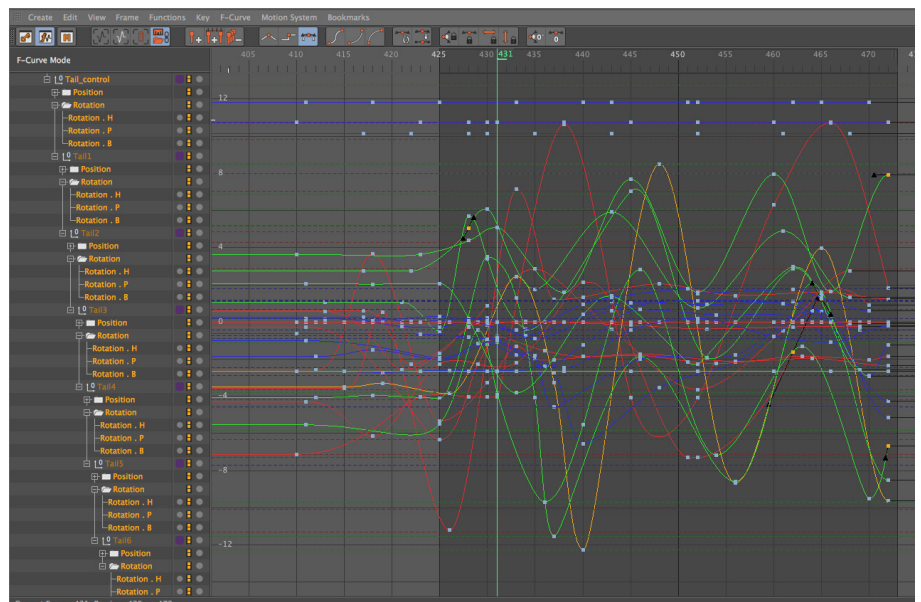
Nyt kun rigi oli saatu jotakuinkin kasaan eikä se enää tehnyt ihmeitä omia aikojaan, itse animaatio alkoi varsin kivuttomasti. Yritin sekoittaa hahmon liikkeissä lintujen tapaa kävellä ja liikuttaa päätä, sekoittaen mukaan vähän nisäkäsmäistä joustoa selkärankaan tuomaan painon tuntua. Onneksi aikajanaa pystyy skaalaamaan helposti, sillä minulla on paha tapa 3D:nä animoidessani tehdä liikkeistä alkuun turhan hitaita. Varsinkin kun kyseessä on suhteellisen pienikokoinen, ei juurikaan isoa koiraa isompi otus, saisivat hitaat liikkeet sen tuntumaan isommalta kuin se oikeasti on.

Jouduin kesken animoinnin lisäämään hahmon rigiin ylimääräisiä osia, mutta onnekseni tämä ei vaikuttanut hahmoon tai jo tehtyyn osaan animaatiosta. Siirsin hahmon kynnärpäiden polet objektitilassa rintakehän ohjain nullin alle, jotta ne pysyisivät liikkeissä mukana. Tein kaulan IK ketjulle myös oman polen huomatuani hahmon päätä kääntäessä, että kaula ei kääntynyt sen mukana, vaan sen mutka osoitti edelleen suoraan eteenpäin vääntäen niskan kallon tyven kohdalta luonnottoman näköisesti. Jouduin myös säätämään weight paintingia jälkikäteen kesken animaation huomatuani hahmon kurkun sisäpinnan työntyessä joissain kulmissa niskan läpi. Samalla lisäsin hahmon meshiin ylimääräisen edge loopin kaulan kohdalle, jotta sain sen taipumaan pehmeämmin ja luonnollisemmin.



*Kuva 36 (yllä): Pään nullin pitäisi olla suorassa. Se nytkähti keneon tuntemattomasta syystä, enkä saanut sitä enää takaisin alkuperäiseen asentoon.*

*Kuva 37 (oikealla): Häntänikamien animaatio yltyi parhaimmillaan aika sekavaksi seurata.*



### 5.1 Rigi iskee jälleen; jälkiviisautta ja ohjelman oikkuja

Vähän kaduin animoimassa tehneeni häntään seitsemän luuta. Vähempikin olisi saattanut riittää, ja seitsemän luuta on varsin paljon kun yrittää pysyä perillä siitä mitä kaikkea milläkin nivelellä tapahtuu. Huomasin tämän ongelmaksi kerran kun jossain päin häntää oli selkeästi animointivirhe, mikä sai hännän pään nytkähtämään oudosti joka toisella askeleella. Vian alkusyy olisi ollut helpompi paikantaa, jos luuta olisi ollut vähemmän. Sain lievennettyä ongelmaa käyriä säätämällä curve editorista, ja loput omituisuudet sai piilotettua säätämällä askel luupprien välistä saumakohtaa. Olin tehnyt kävely ja juoksu osuudet animoimalla vain yhden askelparin kumpaakin, ja kopioimalla copy+paste komenolla sitä pitemmäksi väliksi. Tällöin edellisen ja seuraavan askelparin väliseen saumakohtaan saattoi jäädä vääranlaisia mutkia käyriin, mikä edesauttoi hännän heilumisen nykimistä.

Yksi Cineman omituisuuksista osui hahmon pään ohjain nulliin pariin otteeseen animoinnin aikana. Hahmon pää saattoi ennalta arvaamattomasti napsahtaa eri kulmaan liikuttamatta kuitenkaan ohjain nulliaan. Ottaen huomioon, että pään luu on constrainella sidottu noudattamaan täysin nullinsa rotaatiota ja sijaintia, tämän ei pitäisi tapahtua. Tätä ei myöskään pystynyt korjaamaan, sillä tämän nytkähdyksen jälkeen pää seurasi taas nullinsa liikkeitä täysin, joten päädyin vain jatkamaan animointia, vaikka loppujen lopuksi pään nulli jäi vinoon. Muuta haittaa tästä ei juuri ollut kuin se, etten saanut päätä perusasentoon nollaamalla nullin rotaation, vaan jouduin kääntämään sen silmämääräisesti perspektiivi-ikkunaa apuna käyttäen.



### 5.2 Animaatio

Tein sauruksesta kaksi erillistä animaatiopätkää, jotka liitin lopuksi yhteen. Alun perin olin suunnitellut tekäväni useampia pätkiä, mutta sain osan niistä liitettyä toisiinsa niin saumattomasti, että lopuksi jäljelle jäi vain kaksi, joita ei saanut sovitettua yhteen. Ensimmäisessä animaatiossa hahmo kävelee jonkun matkaa, pysähtyy, katsoo ympärilleen, ja jatkaa lopuksi juoksluupilla pätkän loppuun asti. Toinen pätkä alkaa hahmon ollessa makuulla torkkumassa. Se herää, haukottelee, ravistelee, nousee istumaan pystympään, leikkii hetken kuvaan vierivällä pallolla ja heittää sen lopuksi pois.

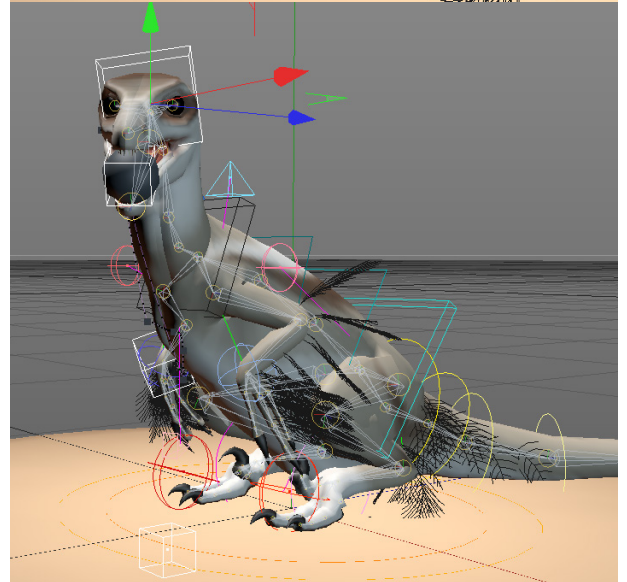
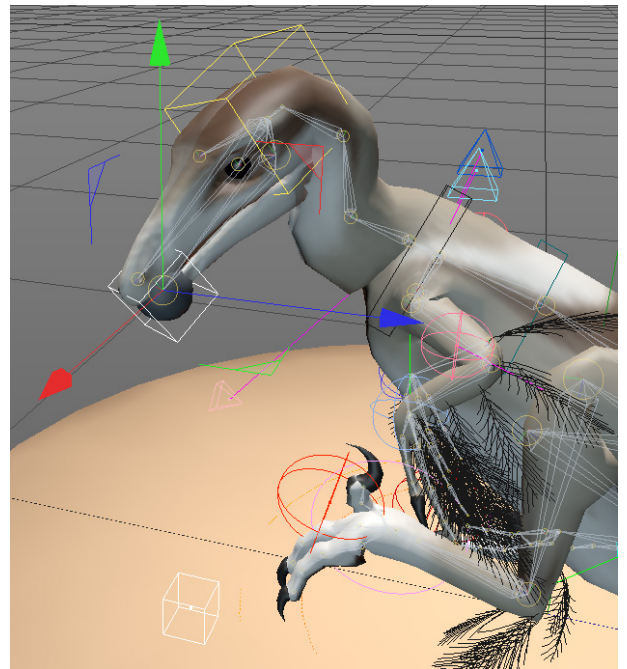
Ensimmäinen animaatio tuo esille hahmon liikkumistavan, toivottavasti tuoden esille sen lintumaiset sukulaisuussuhteet. Katson onnistuneeni tässä, sillä kaksi lintuja omistavaa tuttavaani kehui, miten lintumaisen luonnolliselta liike näytti. Toisessa animaatiossa keskityin enemmän hahmon persoonallisuuden tuomiseen esiin sen käytöksellä. Halusin lisätä kohtaukseen ylimääräisen objektin, pallon, jota hahmo voisi manipuloida. *Troodon* tunnetaan yhtenä älykkäimmistä dinosauruksista, ja sen tiedetään pystyneen kääntämään peukaloa vastaavan sormensa pinsettioiteeseen, tehden siitä yhden hyvin harvoista tarttumakäsillä varustetuista dinosauruksista. *Troodonin* eturaajat ovat kuitenkin varsin lyhyet, joten animoin sen käyttämään lintujen tapaan myös jalkaansa ja suutaan pallon tutkimiseen.

Olisin halunnut kakkos animaation alkuun hahmon nukkumaan pää siiven alla lintujen tyyliin. *Troodonin* Kiinasta löydetty sukulaislaji *Mei long* tunnetaan tässä asennossa nukkuvasta fossiilista, josta laji jopa sai nimensä (*Mei long* tarkoittaa nukkuvaa lohikäärmettä). Ikävä kyllä kaulan IK ketju esti pään taivuttamisen täysin ympäri asennon vaatimalla tavalla, ja sen kaula kääntyi itsensä ympäri. Hahmo päätyi siis vain nuokkumaan pää eteenpäin suunnattuna.

### 5.3 Pallo

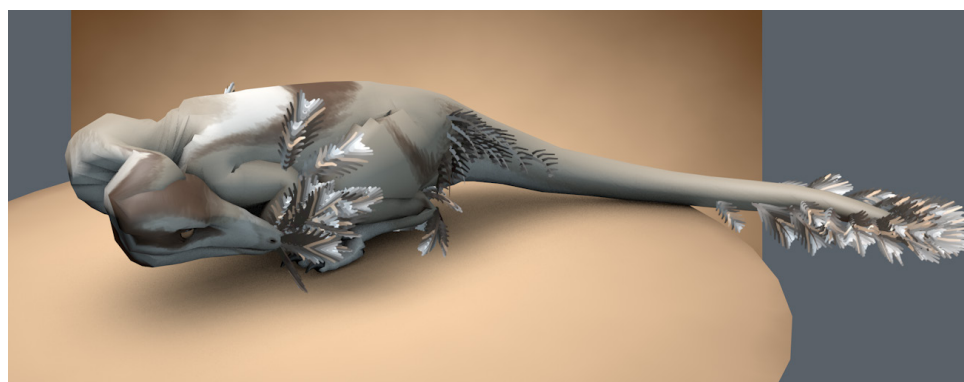
Pallokohtausta varten tein kohtaukseen kolme uutta nullia. Kaikki niistä määrittävät pallon sijaintia, joten voin siirtää pallon seuraamaan hahmon eri osia tarvittaessa. Yksi nulleista on vapaa, ja edustaa pallon sijaintia itsenäisessä liikkeessä vierießään maata pitkin tai kun hahmo päästää sen otteestaan. Toinen nulli kiinnittyi hahmon alaleuan kärkeen niin, että se saattoi poimia pallon hampaisiinsa. Kolmannen nullin linkitin yhteen hahmon sormiluista, jotta se pystyisi tarttumaan siihen kädellään. Tämä toi toki hiukan haastetta työhön, sillä pallon vaihtaessa nullia, piti nullien olla täsmälleen samassa paikassa samaan aikaan, jotta pallo ei hypähtäisi huomattavasti. Se oli silti helpoin tapa animoida hahmo piteleämään ja käsittelemään palloa. Pelkäsin hahmon sulkien aiheuttavan pään vaivaa, sillä käsisulat kiinnittyvät keskimmäiseen sormeen niin kuin nykylinnuillakin, mutta loppujen lopuksi tällä ei ollut paljoa merkitystä. Laitoin keskimmäisen sormen vain taipumaan vähemmän kuin muut, eivätkä sulat tulleet tielle.

Animoin jopa pallon pomppimaan muutaman kerran animaation perusteita muistellen, mikä oli lopulta turhaa, koska pallon liikerata vie sen ulos kameran kuvasta jo ennen ensimmäistä maa-



Kuva 38-39: Pallo käsitteilyssä. Valkoiset rautalankalaatikot hahmon leuassa, oikeassa kädessä, ja sen edessä maassa ovat pallon nullit.

Kuva 40 (vasemmalla): Mei Longin fossiili nukkuma-asennossa.  
Kuva 41 (oikealla): Mallin kaula ei taipunut samaan asentoon.



## 5.4 Nulliongelmia

Tässä vaiheessa animointi kävi haastavaksi 3D:n ulkopuolisista syistä. Oikean käteni ranne kipeytyi jatkuvasta hiirenkäytöstä, ja varsin ison osan kakkosanimaatiosta jouduin tekemään pelkällä vasemmalla kädellä.

Cinema ryhtyi harrastamaan kummallisuuksia taas käsinullin kanssa. Pallo oli määritetty seuraamaan kaikkia nullejaan niiden keskipisteen mukaan. Jostain syystä kuitenkin pallo hypähti jonkun matkaa sivuun käsinullista siirtyessään seuraamaan sitä. Huomasin myös, että pallon sijaintitiedoissa oli jotain häikkää, sillä yrittäessäni liikuttaa sitä keskemälle nullia, pallo ryhtyi pyörimään nullin ympäri vetäessäni mitä tahansa akselia suoraan mihinkään suuntaan. Epäilin ensin, että vika saattaisi olla siinä, että nulli oli linkitetty käden luuhun, ja että käden IK häiritsi ohjelman matematiikkaa jotenkin. Toisaalta pallo käyttäytyi nulleineen juuri niinkuin pitikin ollessaan kiinni leukanullissa, joka sekin kuitenkin oli niskan IK:n takana. Sain korjattua ongelman siirtämällä nullin ulos luiden hierarkiasta, jossa se oli käsi luun alaisena ja linkitin sen sen sijaan constraintin avulla.

Nullin kanssa tuli kuitenkin myöhemmin uusi ongelma. Heti kun kohtaukseen laittoi kameraobjektin, käsinulli hypähti hyvän matkan päähän kädestä, johon se oli linkitetty. Se liikkui edelleenkin luunsa perässä, mutta pitkän välimatkan päästä ja ikään kuin käyttäen luutaan pivot-pisteenä. Tätäkään ei pystynyt korjata Cmd+Z -komennolla, vaan ainoa konsti ratkaista pulma oli palata aiempaan tallennusversioon. Tämä teki animaatiosta hankalaa. Tarvitsin usean kamerakulman, joten kohtaus vaati kameraa. Ensinnäkin kuvittelin että ongelman voisi väistää vain yhdellä kameralla, mutta heti kun kameraa animoi, nulli hyppäsi paikaltaan. Sitten yritin useampaa kameraa animoimatta niitä, mutta tällöin kohtaus vaatii scene-objektin, johon määritetään mitä ka-

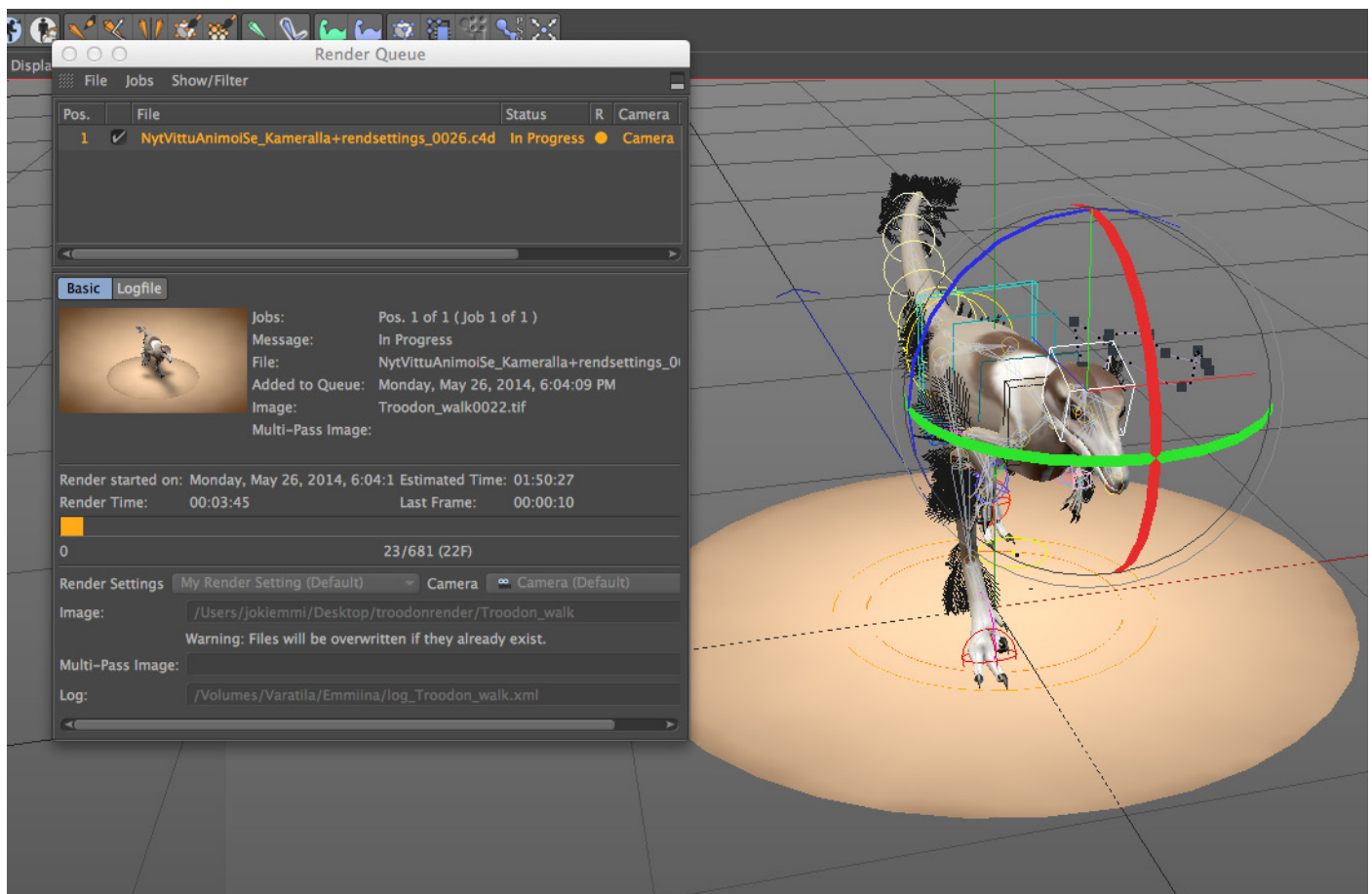
meraa kulloinkin käytetään, ja myös scenen lisääminen ajoi nullin pois paikaltaan. Lopulta sain korjattua tämän ongelman lisäämällä kohtaukseen vielä yhden nullin, jonka linkitin alkuperäiseen sormiluuhun, johon linkitin vuorostaan käsinullin. En edelleen ymmärrä, miksi vika vaati tämän ylimääräisen nullin linkittämään nullin luuhun, johon se oli linkitetty, mutta ainakin se toimi.

## 6 JÄLKISÄÄTÖ

Aloitin renderöinnin jo ennen kuin sain nulliongelman ratkaistua. Ensimmäinen animaatio oli ollut valmiina jo jonkin aikaa, joten laitoin sen renderöitymään iltaisin ollessani itse poissa. Kun sitten laitoin renderöityjä osia kokoon AfterEffectsissa, huomasin liikkeen olevan hitusen liian nopeaa joissain kohdissa. Olisi pitänyt tarkistaa animaatio välillä pieniresoluutioisella esikatselurenderillä, niin olisin säästynyt ylimääräiseltä työltä. Palasin animoimaan joitain osia uudestaan. Itse juoksu ja kävelyrytmit tuntuivat paremmilta näin nopeutettuna, mutta jotkin pikku liikkeet ja liikkeestä toiseen siirtymiset piti hidastaa. Kesken toisen renderöinnin tajusin unohtaneeni laittaa hyperNURBS:in päälle, joten jouduin aloittamaan prosessin taas alusta.

Kakkosanimaatio oli ensimmäistä pitempi, ja päätin nopeuttaa sen valmistumista jakamalla sen kolmeen osaan ja laittamalla kolme eri konetta työstämään jokainen omaa pätkäänsä. Renderöin animaation yksittäisinä HD-resoluutioisina TIFF-kuvina siltä varalta jos joku koneista olisi tiltannut kesken kaiken.

Jouduin renderöimään uudestaan myöhemmin muutamia muitakin pikku yksityiskohtia, mutta ne eivät olleet kovinkaan pitkiä. Lopuksi heitin kaikki palaset yhteen AfterEffectsissä, säädin ajoitusta vähän time remappingilla parissa kohtaa ja renderöin ulos 1920x1080 pikselin resoluutiolla.



## 7. LOPPUPOHDINTAA

Nyt kun olen tutkinut asiaa enemmän, olen aina vain selkeämmin sitä mieltä, että päivitetty näkemys dinosauuksista olisi kipeästi tarpeen populaarikulttuurissa. Dinosaurukset ansaitsivat parempaa edustusta, mielestäni on turhauttavaa kuinka vaikeaa on löytää luonnollisesti kuvattuja hirmuliskoja. Omalta osaltani aion ottaa osaa tämän puutteen korjaamiseen ja piirrellä jatkossakin dinosauksia niinkuin ne ansaitsisivat tulla esitetyksi. Se ei oikeasti ole vaikeaa.

Mitä itse työhön tulee, olen nyt sitä mieltä, että kaikkein eniten nautin 3D:ssä mallintamisesta ja animointikin tuntuu sujuvan mukavasti. Olen edelleen vähän hidas, mutta nyt olisi kiinnostusta jatkaa 3D:n parissa enemmänkin, ihan vain että saisin paremmin tuntumaa siihen. Animaation kanssa olen sinut jo edellisestä koulustani, mutta ominta alaani on aina ollut käsin tehty piirrosanimaatio, ja 3D on sinänsäkin uusi aluevaltaus. Vaikeuksista huolimatta työskentely oli ihan mukavaa.

Rigaajana en voi kehua loistavani ja edelleen, kun vertailen muistikuvia animoinnista Animalla tämän hahmon animointiin, on mielestäni ammattilaisen tekemällä, toimivalla rigillä huomattavasti mukavampaa työskennellä. Ja se vaatii vähemmän päänvaivaa.

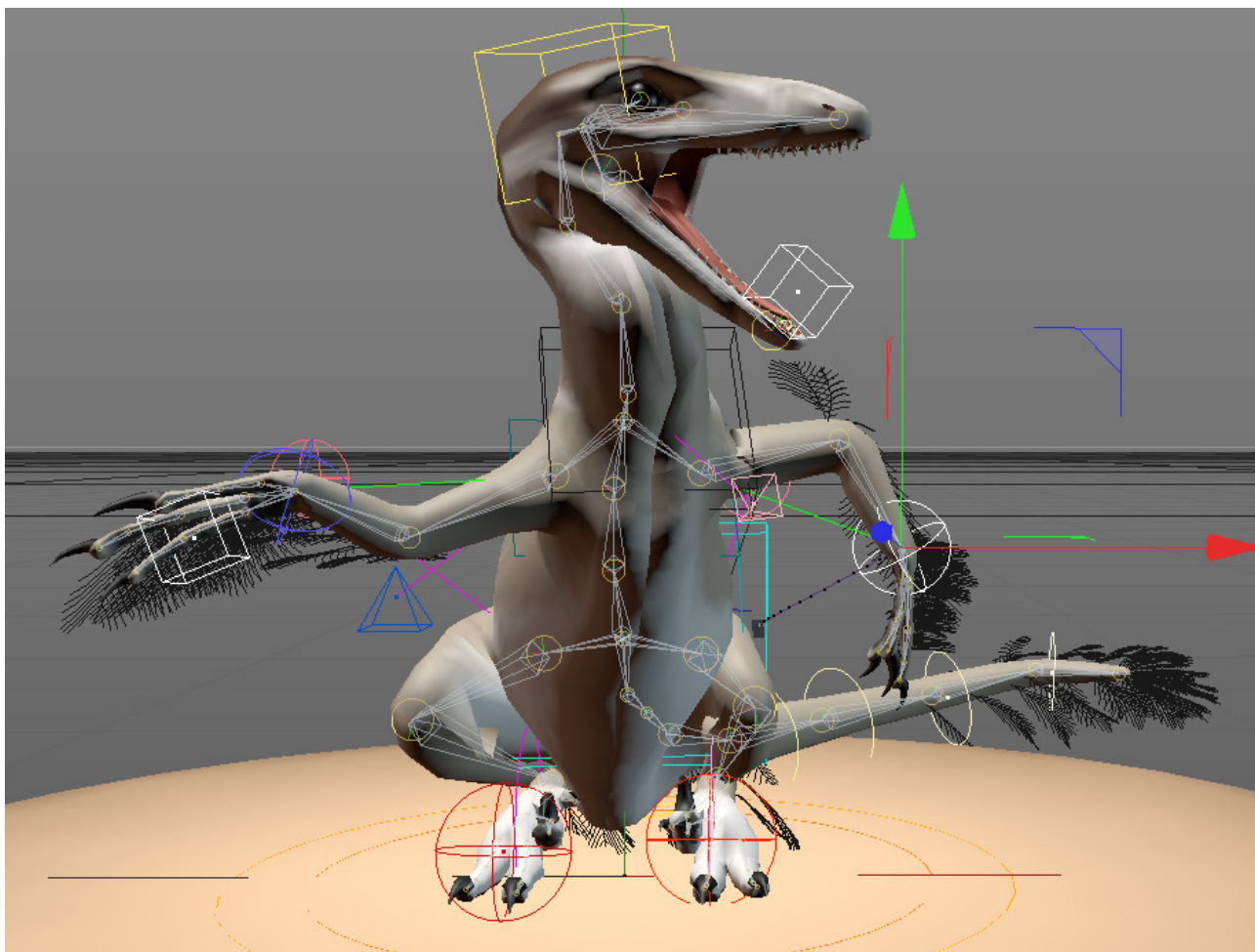
Näin jälkeenpäin ajateltuna sarvinaama olisi voinut olla mie-

lenkiintoisempi kahdesta hahmovaihtoehdosta, ja siihen olisi voinut ehkä saada sovellettua Cineman omaa valmisrigiä paremmin ja sulkienkin kommervenkit olisi voinut korvata ihan pelkällä karvatyökälulla. Troodoninkin kanssa pörröisyyttä olisi voinut vielä alleviivata selkeämmin, mutta olen silti ihan tyytyväinen lopputulokseen. Vähän ehkä jäi näin jälkikäteen kaihertamaan, miten hahmo katsoo ruutuun vierivää palloa hieman sivuun. Tein tämän alun perin tarkoituksella, sillä monet linnut halutessaan katsoa jotain tarkkaan, tutkivat asioita pää kallellaan yhdellä silmällä (linnut eivät voi juuri kääntää silmiään). Silti ele näyttää vähän kömpelöltä, ja olisikin ehkä ollut parempi laittaa hahmo tähtäämään katseensa suoraan.

Lasken kuitenkin jonkin asteiseksi menestykseksi, että kaksi lintuja omistavaa ystävääni kehui hahmon luontevuutta, joten ihan hakoteillä en usko olevani.

Jälkeenäin olen miettinyt välillä, olisiko työ pitänyt sittenkin tehdä Blenderillä, tai josko olisi ollut parempi ladata Mayasta trial versio, ja työstää animaatio sillä. Maya on kuitenkin alan standardi, ja ainakin käytössä Animalla, mutta lopulta eri 3D-ohjelmien välillä on suhteellisen helppo vaihdella; niin kauan kuin tuntee perusteet yhtäältä, pystyy taitoja soveltamaan helposti kunhan löytää nappuloiden uudet sijainnit.

Animaatio on nähtävissä osoitteessa:  
<http://youtu.be/iY-j8QDD1VE>



# LÄHTEET

## Kuvalähteet:

Kuva 1: Naish, D. 2010. Kiehtovimmat dinosauruslöydöt. Suomenkielinen painos. Helsinki. Nemo, 22.

Kuva 2: Atuchin, A. 2014. Siberian dinosaur spreads feathers around the dinosaur tree [viitattu 26.11.2014]. Saatavissa: <http://www.theguardian.com/science/lost-worlds/2014/jul/24/kulindadromeus-feathers-dinosaur-birds-evolution-siberia-russia>

Kuva 3: Willoughby, E. 2012. Feather Evolution [viitattu 28.11.2014]. Saatavissa: <http://emilywilloughby.com/gallery/skeletals-and-diagrams/feather-evolution>

Kuva 4: Tuntematon tekijä. 2007. Dinosaurs: The Most Complete, Up-to-Date Encyclopedia for Dinosaur Lovers of All Ages. New Jersey, Random House, 8.

Kuva 5: 2011. Press Release: DINOSAUR TRAIN HEADS TO THE “BIG CITY” ON PBS KIDS [viitattu 26.11.2014]. Saatavissa: <http://www.animationmagazine.net/features/pbs-kids-catches-new-dinosaur-train-special/>

Kuva 6: Sugomiri, K. Tyrantrum [viitattu 26.11.2014]. Saatavissa: <http://www.pokemon.com/us/pokedex/tyrantrum>

Kuva 7: Sugomiri, K. Archeops [viitattu 26.11.2014]. Saatavissa: <http://www.pokemon.com/us/pokedex/archeops>

Kuva 8: Witton, M. 2013. 9 things you may not know about giant azhdarchid pterosaurs [viitattu 26.11.2014]. Saatavissa: <http://markwitton-com.blogspot.fi/2013/08/9-things-you-may-not-know-about-giant.html>

Kuva 9: Bluth, D. 1988. Maa aikojen alussa.

Kuva 10: Spielberg, S. Jurassic Park 3D blu-ray. [viitattu 28.11.2014]. Saatavissa: <http://www.universalstudiosentertainment.com/jurassic-park-3d-blu-ray/>

Kuva 14: Ghedoghedo 2011. *Psittacosaurus mongoliensis*. Senckenberg Naturmuseum, Frankfurt. [viitattu 26.11.2014] Saatavissa: [http://en.wikipedia.org/wiki/Psittacosaurus#mediaviewer/File:Psittacosaurus\\_mongoliensis.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Psittacosaurus#mediaviewer/File:Psittacosaurus_mongoliensis.jpg)

Kuva 40: Ellison, M. 2009. *Mei long*, skeleton. [viitattu 28.11.2014] Saatavissa: <http://australianmuseum.net.au/image/Mei-long-skeleton/>

## Lähteet:

Schultz, J. 1995. The Making of ‘Jurassic Park’

Martyniuk, M. P. 2012. A Field Guide to Mesozoic Birds and other Winged Dinosaurs. New Jersey. Pan Aves.

Witton, M. 2013. Pterosaurs: Natural History, Evolution, Anatomy. New Jersey, Princeton.

Hone, D. 2014. Siberian dinosaur spreads feathers around the dinosaur tree [viitattu 26.11.2014]. Saatavissa: <http://www.theguardian.com/science/lost-worlds/2014/jul/24/kulindadromeus-feathers-dinosaur-birds-evolution-siberia-russia>

Sloan, C. 2010. True-Color Dinosaur Revealed: First Full-Body Rendering [viitattu 26.11.2014]. Saatavissa: <http://news.nationalgeographic.com/news/2010/01/100127-dinosaurs-color-feathers-science/o/>

Naish, D. 2010. Kiehtovimmat dinosauruslöydöt. Suomenkielinen painos. Helsinki. Nemo.

Witton, M. 2013. The Walking with Dinosaurs 3D trailer lands. [viitattu: 26.11.2014]. Saatavissa: <http://markwitton-com.blogspot.fi/2013/05/the-walking-with-dinosaurs-3d-trailer.html>

Switek, B. 2012. Scientists Discover a Gigantic Feathered Tyrannosaur: A newly described dinosaur confirms that even the formidable tyrannosaurs were covered in feathers. [viitattu 26.11.2012]. Saatavissa: <http://www.smithsonianmag.com/science-nature/scientists-discover-a-gigantic-feathered-tyrannosaur-172633563/?no-ist>

del Toro, G. 2013. Pacific Rim.



Witte, S. 2012. Mitä linnut ajattelevat? GEO 4/2012, 28-49.

Holtz, T. R. Jr. 2007. Dinosaurs: The Most Complete, Up-to-Date Encyclopedia for Dinosaur Lovers of All Ages. New York. Random House.

Williams, R. 2002. The Animator's Survival Kit. London. Faber and Faber.

Switek, B. 2013. A Velociraptor Without Feathers Isn't a Velociraptor [viitattu 26.11.2014]. Saatavissa: <http://phenomena.nationalgeographic.com/2013/03/20/a-velociraptor-without-feathers-isnt-a-velociraptor/>

Jack DLM. 2013. Director Colin Trevorrow explains no feathers [viitattu 26.11.2014]. Saatavissa: <http://www.jurassicworld.org/?id=30>

2005. BBC: The Truth About Killer Dinosaurs.

Lewitt, D. 2009. Dinosaurs Decoded.

Hartman, S. 2013. Troodon formosus [viitattu 28.11.2014] Saatavissa: <http://www.skeletaldrawing.com/theropods/troodon>

Pauke, J. 2010. 3D Fluff CINEMA 4D Feathers Tutorial [viitattu 26.11.2014]. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=-qmsXC-ial6g>

Martyniuk, M. 2013. You're Doing It Wrong : Dino Foot Scales [viitattu 26.11.2014]. Saatavissa: <http://dinogoss.blogspot.co.uk/2013/09/youre-doing-it-wrong-dino-foot-scales.html>

## Kiitokset:

Lilli Sirkkala, joka auttoi suuresti rigin kanssa.



